بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة اليرموك

كلية التربية

قسم علم النفس الإرشادي والتربوي



أثر نسبة البيانات المفقودة وطريقة التعويض عنها في دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد

The Effect of the Percentage of Missing Data and Imputation Method in the Accuracy of Estimating Parameters of Items and Persons

إعــداد

عمر صالح الزعبي

إشراف

الأستاذ الدكتور

أحمد سليمان عودة

حقل التخصص: القياس والتقويم التربوي

2013 م

أثر نسبة البيانات المفقودة وطريقة التعويض عنها في دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد

إعـــداد

عمر صالح الزعبي

بكالوريوس معلم الصف، جامعة آل البيت

ماجستير قياس وتقويم تربوي، جامعة مؤتة

قدمت هذه الأطروحة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة دكتوراه الفلسفة في تخصص القياس والتقويم التربوي في جامعة اليرموك، إربد، الأردن.

وافق عليها

أ. د. أحمـــد سليمان عـــودة .... رئيساً

أســـتاذ التقويــم والبحــث التربوي، جامعة اليرمـــوك

أ. د. يوسف محمد سوالمه .... عضواً

أســـتاذ في القياس والاحصاء التربوي، جامعـــة اليرموك

أ. د. أحمد يوسف قواسمه .... عضواً

أستاذ في القياس والتقويم التربوي، جامعة اليرموك

أ. د. ساري سليم سواقد .... عضواً

أســـتاذ في القياس والتقويم التربوي، جامعـــة مؤتة

الدكتور نضال كمال الشريفين.. عضواً

أستاذ مُشارك في القياس والتقويم التربوي، جامعة اليرموك

تاريخ مناقشة الأطروحة 21 / 10 / 2013

الإهداء

إلى من علمني ان العلم والصدق والامانة شرف الإنسان.......... إلى نبع العطاء..ابي

إلى من منحني كل حنان الارض......................... إلى من كنت قرة عينها وخفقة فؤادها ودعاء لسانها.............................. امي

ادعوا لهما "وقل رب ارحمهما كما ربياني صغيرا" صدق الله العظيم

إلى من أسر بلقائهم والجلوس معهم .... إخولي واخوالي

إلى نبع العطاء ... إلى من حولت الملح شهداً واوصلني إلى حاضري .... زوجتي

إلى قرة عيني .... عاصم وصالح

إلى جميلتي ورائعتي .... سيدرا

الباحث

شكرٌ وَتقدير

أشكر الله سبحانه في عليائه بأن ألهمني صبر الباحث، وأحاطني برعايته فكنت ثابتـاً حين فاجأتني المتحولات. لا يسعني بعد إتمام هذا البحث إلا أن أتقدم بوافر الشكر والعرفـان إلى الأستاذ الدكتور احمد عودة الذي أشرف على هذه الرسالة لما قدمه لـي مـن توجيهـات وآراء قيمة وأفكار مثرية.

كما اتقدم بالشكر الجزيل والثناء لأعضاء لجنة المناقشة؛ الأستاذ الدكتور يوسف محمد سوالمه، والأستاذ الدكتور ساري سليم سواقد، والأستاذ الـدكتور أحمـد يوسـف القواسـمة، والدكتور نضال كمال الشريفين، على تفضلهم بقبول مناقشة هذه الرسالة.

وكما أشكر كل من كان له فضل رأيٍ ومشورةٍ، أو قدم مساعدة أدّت إلى تذليل بعض الصعاب التي واجهتني خلال مراحل العمل في هذه الدراسة. وأخص بالذكر الدكتور علي بني عواد.

الباحث

المحتوى

قائمة الجداول

قائمة الجداول

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

قائمة الملاحق

الزعبي، عمر صالح، أثر نسبة البيانات المفقودة وطريقة التعويض عنها في دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد. أطروحة دكتوراه، جامعة اليرموك، 2013. (المشرف: الأستاذ الدكتور. أحمد سليمان عودة).

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى بيان أثر نسبة البيانات المفقودة وطريقة التعويض عنها في دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد. ولتحقيق هذه الأهداف، تم استخدام بيانات مُولَّدة، باستخدام برنامج (*WINGEN3*) لتوليد استجابات (1400) مُستجيب على اختبار مكون من (100) فقرة ثُنائية الاستجابة، ومطابقة للنموذج الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة، حيث تراوحت قيم مَعْلَمَة التمييز لفقرات الاختبار بين (0.1) و (2.0)، والصعوبة بين (2.50−) و (2.50)، بافتراض أن قُدرات المُستجيبين تتوزع توزيعاً طبيعياً.

وباستخدام برنامجي (*SPSS*) و (*EXCEL*)، تم الحصول على بيانات تتضمن استجاباتٍ مفقودة بنسبة (5%، 15%، 20%، 30%)، وتمَّت معالجة هذه الإستجابات بطريقتي المعالجة للقيم المفقودة؛ تعظيم التوقعات، والقيم التعويضية المتعددة. وبعد التأكد من أُحاديّة البُعد للبيانات باستخدام التحليل العاملي، تمت مطابقة الفقرات والأفراد للنموذج المُستَخدَم، وقد تمَّ استبعاد عددٍ من الفقرات والأفراد، لينتج استجابات (1254) فرداً على (67) فقرة ملائمة لنموذج استجابة الفقرة الأُحادي المَعْلَمَة، واستجابات (1365) فرداً على (77) فقرة ملائمة لنموذج استجابة الفقرة الثُنائي المَعْلَمَة، تمَّ تقدير معالم الفقرات والأفراد والأخطاء المعيارية لكل منها بطريقة الأرجحية العظمى، وذلك باستخدام برنامج التحليل (*BILOG-MG3*).

وللكشف عن دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد، باختلاف طرق المعالجة للقيم المفقودة، ونسبة الفقد، والتفاعل بينهما، تم استخدام تحليل التباين الثُنائي للقياسات المتكررة، حيث أظهرت النتائج وجود أثر دال احصائياً في دقة تقدير مَعْلَمَة صعوبة الفقرات يُعزى لكل من: متغير طريقة التعويض في النموذج الأُحادي المَعْلَمة ولصالح طريقة حساب قيم تعويضية مُتعددة. ومتغير نسبة الفقد في النموذجين الأُحادي المَعْلَمة والثنائي المَعْلَمة، بأفضلية نسبة فقد (5%)، وللتفاعل بين متغيري نسبة الفقد وطريقة معالجتها في النموذجين الأُحادي المَعْلَمة والثنائي المَعْلَمة بأفضلية طريقة حساب قيم تعويضية مُتعددة عندما كانت نسبة الفقد (5%).

كما أظهرت النتائج وجود أثر دال احصائياً في دقة تقدير مَعْلَمَة تمييز الفقرات في النموذج الثنائي المَعْلَمة يُعزى لكل من: متغير طريقة التعويض ولصالح طريقة حساب قيم تعويضية مُتعددة. ومتغير نسبة الفقد بأفضلية نسبة فقد (5%)

في حين أظهرت النتائج وجود أثر دال احصائياً في دقة تقدير مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذجين الأُحادي المَعْلَمة والثُنائي المَعْلَمة يُعزى لكل من: متغير طريقة التعويض ولصالح طريقة حساب قيم تعويضية مُتعددة. ومتغير نسبة الفقد، بأفضلية نسبة فقد (5%)، وللتفاعل بين متغيري نسبة الفقد وطريقة معالجتها، بأفضلية طريقة حساب قيم تعويضية مُتعددة عندما كانت نسبة الفقد (5%).

الكلمات المفتاحية: القيم المفقودة، تعظيم التوقعات، القيم التعويضية المتعددة، دقة التقدير.

الفصل الأول

خلفية الدراسة وأهميتها

مقدمة

من المشكلات البحثية الشائعة أو المتكررة عند جمع البيانات أو تحليلها عدم اكتمال الإجابات أو البيانات حيث تبدأ هذه المشكلة مع الباحث من لحظة إعداد وتصميم الاختبار أو الاستبانة وأثناء التطبيق وحتى استقبال وتصحيح الاستجابة، فالحالة المثالية هي استجابة كل أفراد العينة على كل الفقرات التي طُبقت عليهم وتسجيل استجاباتهم بدقة. هذه الحالة المثالية لا تظهر في كثير من الأبحاث، فالبيانات التي يتم جمعها في أغلب الأحيان تكون ناقصة وتقود إلى تقديرات مُتحيّزة وأقل كفاءة (Little & Rubin, 1987). فعدم الاستجابة مشكلة أوجدت البيانات المفقودة، فالغاية القصوى من الاختبار الحصول على معلومات مهمة ولكنها قد تكون غير دقيقة بوجود بيانات مفقودة.

وقد أشار لودلو وأولري (Ludlow & O'leary, 1999) إلى أن القيم المفقودة تكون إما بسبب عدم الوصول إلى بعض الفقرات، أو عدم الإجابة عن هذه الفقرات، وعدم الوصول لعدد من الفقرات يحصل بسبب ضيق الوقت أو عدم الاهتمام من قبل المُستجيب، بينما عدم الإجابة عن الفقرات إما أن تكون بغير قصد من قبل المُستجيب أو عدم قدرته على الإجابة عنها. وقد أشار ميكنايت وميكنايت وسيداني وفيغوريدو(McKnight, McKnight, Sidani & Figueredo, 2007) إلى وجود ثلاث فئات لأسباب الفقد في البيانات: أولها أسباب تعود إلى المُستجيبين أنفسهم، مثل سؤال المُستجيبين عن خاصية معينة تتعلق بهم

كالدخل الشهري، والثانية أسباب تعود لتصميم الدراسة، كأن تأخذ أسئلة الدراسة وقتاً طويلا من وقت المشاركين، والثالثة أسباب تعود للتفاعل بين المُستجيبين وتصميم الدراسة.

ويضيف مسلفي وويو (Mislevy & Wu, 1988) أن إجابات المُستجيبين في أي اختبار تكون مفقودة لسببين؛ إما باختيار المُستجيب نفسه أو بسبب تصميم الاختبار، ويمكن التفريق بين نوعين لعدم الاستجابة (Huisman, korl & Vansonderem, 1998):

1. **عدم الاستجابة الكاملة لجميع الفقرات:** لا يستجيب الفرد في هذه الحالة لأي فقرة من فقرات الاختبار، وتحدث هذه الحالة عند غياب المُستجيب عن الاختبار أو رفضه للمشاركة لمخاوف حول سرية المعلومات أو عدم القُدرة على التواجد بسبب العمر أو الحالة الصحية.
2. **عدم الاستجابة للفقرة:** إن المُستجيب يشارك في الاختبار فيُجيب على بعض الفقرات ويترك بعضها دون إجابة، حيث يتوفر بيانات جُزئّية مُستجابة وبيانات جُزئّية مفقودة وتشمل: تخطي المُستجيب للفقرة أي تركها دون إجابة، وذلك لأنه تخطاها بدون قصد، أو لأن الزمن غير كافي للإجابة، أو لأنه لا يعرف الإجابة لسبب ما، أو لأنها تحتاج إلى مزيد من الجهد، أو لأن بعض المُستجيبين لا يجيبوا على بعض الفقرات لأنها تتعلق بأمور خاصة بهم. والبعض الآخر لا يُجيب على بعض الفقرات لأنها تعالج موضوعاً حساساً، أو لأن الفقرة المعروضة غير مناسبة للمُستجيبين من حيث المضمون أو لا تنطبق عليهم. أو لأن بعض المُستجيبين لا يستخدم التخمين للفقرات عندما لا يستطيع الإجابة عليها. أو لطول الاختبار الذي يُرهق المُستجيبين، ويؤثر على تركيزهم، ومستوى تدفق المعلومات لديهم، فظروف المقياس تفرض نفسها أحياناً، وتؤثر على أفراد العينة فالبعض ينسحب والآخر يعتذر.

وتوجد عدة طرق للتعامل مع القيم المفقودة، حيث يساعد معرفة الباحث للنمط Pattern التي تظهر علية القيم المفقودة، وكذلك معرفته لآلية الفقد Mechanism – سبب الفقد – على اختيار الطريقة المناسبة للتعامل مع القيم المفقودة. والمقصود بالنمط هو كيفية ظهور القيم المفقودة في مجموعة البيانات – موقع ظهور القيم المفقودة –. وقد ميّز ليتل وروبين (Little & Rubin, 2002) بين ثلاثة أنواع من أنماط فقد القيم هي: النمط الافتراضي او الاعتباطي Arbitrary Pattern، والنمط وحيد المُتغير Univariate Pattern، والنمط الوتيري Monotone Pattern، في حين أشار اندرس (Enders, 2010) إلى أن الأدب السابق ميّز بين ستة أنواع من أنماط فقد القيم هي:

أ) **النمط الاعتباطي Arbitrary Pattern (النمط العـام General Pattern)**:
في هذا النمط تكون القيم المفقودة منتشرة بشكل عشوائي (بدون شـكل معـين)، ويبين هذا النمط في الشكل (1– أ).

ب) **النمط وحيد المُتغير Univariate Pattern**: ويحدث هذا النمط مـثلا عنـدما تكون هناك فقرة في الاختبار أو الاستبانة لها حساسية عند بعض الأفراد. بمعنى أن القيم المفقودة متعلقة بفقرة واحدة فقط من فقرات المقياس أو الاختبار (مُتغيـر واحد)، إذ يوجد عدد من المُستجيبين لم يستجيبوا على تلك الفقـرة بينمـا بـاقي الفقرات أو المُتغيرات تحوي بيانات كاملة، ويبين الشكل (1– ب) ذلك النمط من أنماط فقد البيانات.

ج) **النمط الوتيري Monotone Pattern**: حيث يَظهر في هذا النمط أثـر الهـدر Attrition لأفراد العينة، وخاصة في المسوح الطولية التي يتطلب إجراؤها عدة مراحل. إذ يقرر بعض الأفراد الانسحاب من الدراسة بعد المرحلة الأولى ثم يقرر

أفراد آخرون الانسحاب بعد المرحلة الثانية وهكذا، فتظهر القيم المفقـــودة علـــى شكل درج بحيث أن القيم المفقودة تزداد مع ازدياد المرحلة أو مع ازدياد صعوبة الفقرة، بحيث إذا كانت الفقرة (*i*) مفقودة فإن الفقرات (*i+1, i+2, ..., n*) تكـــون مفقودة أيضا. ويبين الشكل (1- ج) هذا النمط من أنماط فقد البيانات.

د) **نمط وحدة عدم الاستجابة Unit Nonresponse Pattern**: بمعنى أنه لو كان هناك ثلاثة مُتغيرات اثنان منها متوفر بياناتها لجميع المُستجيبين، والمُتغير الآخر يرفض بعض المُستجيبين الاجابة عليه، وغالباً ما يحدث هذا النمط في البحـــوث المسحية. ويبين الشكل (1- د) هذا النمط من أنماط فقد البيانات.

ه) **نمط البيانات المفقودة المُخطط لها The planned Missing Data Pattern:**

حيث يتم التخطيط لهذا الفقد من قبل الباحثين عند عملية جمع البيانـــات وتجهيـــز أدوات الدراسة، ويعتبر هذا النمط ذو فائدة عند جمع بيانات مقياس يتضمن عـــدد كبير من الفقرات، حيث يتم تقسيم فقرات المقياس إلى ثلاثة أجزاء مثلاً، وتشكيل ثلاث صور للمقياس كل صورة تحتوي على جزء معين. ويبين الشكل (1- هـ) هذا النمط من أنماط فقد البيانات.

و) **نمط المُتغير الكامن Latent Variable Pattern**: وفي هـــذا الـــنمط تُفقـــد البيانات بسبب مُتغير كامن ولجميع المُستجيبين، بالرغم أنه ليس من الـــضروري عرض المُتغير الكامن في نماذج التحليل المستخدمة كمشكلة فقد للبيانات، حيـــث تبنى الباحثون خوارزميات Algorithms لفقد البيانات لتقـــدير هـــذه النمـــاذج (على ســـبيل المثـــال؛ نمـــوذج مُتعـــدد المـــستويات Multilevel Models;

(Raudenbush & Bryk, 2002, pp. 440-444). ويبين الشكل (1- و) هـذا النمط من أنماط فقد البيانات.

المُتغير الأول	المُتغير الثاني	المُتغير الثالث

الشكل (1 – أ): النمط الافتراضي

المُتغير الأول	المُتغير الثاني	المُتغير الثالث

الشكل (1 – ب): النمط وحيد المُتغير

المُتغير الأول	المُتغير الثاني	المُتغير الثالث

الشكل (1 – ج): النمط الوتيري

المُتغير الأول	المُتغير الثاني	المُتغير الثالث

الشكل(1 – د):نمط وحدة عدم الاستجابة

المُتغير الأول	المُتغير الثاني	المُتغير الثالث

الشكل (1 – هـ): النمط المُخطط له

المُتغير الأول	المُتغير الثاني	المُتغير الثالث

الشكل (1 – و): نمط المُتغير الكامن

الشكل (1): أنماط فقد البيانات – تشير المنطقة المضللة إلى أماكن وجود البيانات المفقودة

أمّا آلية فقد القيم Missing Values Mechanisms فتعني الكيفية التي تمـت مـن خلالها عملية الفقد لبعض القيم من بعض مُتغيرات الدراسة، حيث يكون الاهتمام بأسباب عدم الاستجابة والعلاقة بين هذه الأسباب والمُتغيرات المساعدة. وتحدد آليات فقد القـيم العلاقـات الاحتمالية بين الفقد والقيم المشاهدة في مجموعة البيانات. وقد قسم ليتل وروبين (Little & Rubin, 2002) آليات فقد القيم إلى ثلاثة أقسام هي:

1- **الفقد العشوائي بالكامل Missing Completely At Random (MCAR)**: وتكون القيم مفقودة عشوائياً بالكامل عندما تكون عملية الفقد بسبب العشوائية المحضة، بمعنى أن الفقد لا يرتبط بأي مُتغير من مُتغيرات الدراسة وغير مرتبط بقيم المُتغير نفسه، أو بالظروف التجريبية للدراسة، وإنما بسبب الصدفة التامة. فمثلاً يمكن صدفةً أن يترك مُستجيب فقرة ما في اختبار موضوعي. ويمكن التأكد من الفقد العشوائي الكامل للبيانات من خلال مجموعة من الاختبارات، مثل اختبار ليتل (Little, 1988) المتوفر في برنامج الرزمة الاحصائية للعلوم الاجتماعية (*SPSS*).

2- **الفقد العشوائي Missing At Random (*MAR*)**: وفي هذا النوع تتأثر البيانات المفقودة بخصائص الأفراد (المُستجيبون) ولا تتأثر بخصائص البيانات المفقودة نفسها، ومثال ذلك، إذا كان مضمون الفقرة يتعلّق بمقدار الدخل الشهري للفرد المُستجيب، وكانت هذه الفقرة مفقودة (غير مُجابة) مِن قِبَل بعض الأفراد المُستجيبين، فإنّ السبب في الفَقْد في هذه الحالة، لا يُعزى للقيم الحقيقية للدَّخل، ولكن ربَّما يُعزى لمُتغير آخر مثل المستوى التعليمي لهؤلاء المُستجيبين الذين لم يقوموا بالإجابة عن تلك الفقرات، وذلك لأن الأفراد أصحاب المؤهلات العلمية العالية، ربُّما يميلون لعدم الإفصاح أو الكشف عن مقدار دخولهم، بالمُقارنة مع الأفراد أصحاب المؤهلات العلمية المتدنية.

3- **الفقد غير العشوائي Missing Not At Random (*MNAR*)**: وفي هذا النوع تكون هناك علاقة بين القيم المفقودة ومُتغير الدراسة، بمعنى احتمال الاستجابة يعتمد على القيم المفقودة، ولا يمكن تفسيره من خلال البيانات التي تم قياسها لجميع عناصر العينة. ولا يوجد اختبار إحصائي لتحديد فيما إذا كانت القيم مفقودة عشوائياً (*MAR*) أو غير عشوائياً (*MNAR*)، إذ أن اختبار ليتل فقط يحدد فيما إذا كانت القيم مفقودة عشوائياً بالكامل.

وبغض النظر عن نوع آلية الفقد في البيانات، فإن القيم المفقودة تخلق مشاكل في نتـائج الدراسة وتفسيراتها، الأمر الذي تَنَبَهَ له الباحثون وبحثوا في عملية التعامل معها ومعالجتهـا بالشكل الأمثل.

وقد شاع خلال العقدين الآخرين موضوع التعامل مع البيانات المفقودة، بحيث طرأ تقدم ملموس وتحسن في الأساليب والإجراءات الإحصائية التي تعالج البيانات المفقودة وما ينتج عنها من مشاكل وتَحيّزات، ومع ذلك فما يزال سوء الفهم والممارسة غير السليمة سائدين. لذا يلجأ الباحثون إلى الطرق القديمة للتعامل مع البيانات المفقودة والتي تسبب في معظم الأحيان إلى التَحيّزات في النتائج (Schafer & Graham, 2002). وبكلام آخر فإن القيم المفقودة تتسبب في فُقدان الكفاءة والفعالية Loss of Efficiency لبيانات الدراسة، وإيجاد صعوبات وتعقيدات في عمليات معالجة البيانات وتحليلها، وتأثيرها على قوة الاختبار Test Power، وأخيراً إيجاد التَحيّزات التي تحدث بسبب الاختلافات بين البيانات الكاملة من جهة، والبيانات غير الكاملة والتي تتضمن قيماً مفقودة من جهة أخرى (Barnard & Meng, 1999).

لهذا يَبذل مطورو برامج الحاسوب قصارى جهدهم عند وجود نقص في مصادر البيانات إلى تحريرها وإعطائها مظهر الاكتمال. ولكن يمكن أن يسبب تحرير البيانات ضرراً أكبر من نفعه بإنتاجه أجوبة منحازة وغير فَعَّالة (ناقصة في قوتها)، وغير موثوقة (Schafer & Graham, 2002). وقد أشار بيو وإندرس (Peugh & Enders, 2004) إلى أن كثير من الباحثين يواجهون القيم المفقودة في أبحاثهم إما بالإهمال أو إعطائها قليل من الانتباه. على الرغم أن هذه القيم قد تكون لها من الأهمية ما يُغيّر نتائج البحث. كما يشير آكوك (Acock, 2005) إلى أن القيم المفقودة في البحوث غالباً ما يتم إهمالها، أو يتم إيلاؤها قدراً قليلاً من

الأهمية، وهذا الأمر لا يتناسب وتأثيرها السلبي على النتائج وما تُحدثه من تَحيّزات، وذلك لقصورٍ في فهمهم للمشكلة التي يتناولونها، أو لعدم إدراكهم لكيفية التعامل مع هذه القيم. فإهمال هذه القيم قد يجعل البحث يسير في الاتجاه الخطأ وفي أغلب الأحيان قد تفرض القيم المفقودة نفسها على التحليل الإحصائي مما يؤدي إلى نتائج غير دقيقة، لذا يجب معالجة القيم المفقودة بطرائق التعويض المناسبة.

ويمكن تصنيف طرق التعامل مع البيانات المفقودة ومعالجتها إلى: طرق قائمة على الحذف **Methods Depend on Deletion**، وطرق قائمة على احتساب قيمة تعويضية **Imputation** للقيمة المفقودة، وفيما يلي توضيح لهذه الطرق:

أولاً: الطرق القائمة على الحذف Methods Depend on Deletion: وهي من أقدم طرق التعامل مع البيانات المفقودة وأكثرها شُهرة، حيث يتم إعطاء البيانات صفة الاكتمال، ولكن غالباً ما تؤدي هذه الطرق إلى نتائج مُتَحيّزة وغير موثوقة (Little & Rubin, 1987). ويندرج ضمن هذه الطرق ما يلي:

أ) **حذف الحالة Case Deletion:** وتقوم هذه الطريقة على إنهاء عملية التعامل مع القيم المفقودة قبل البدء بعملية التحليل (Witta & Kaiser, 1991)، وتنقسم هذه الطريقة من حيث التحليل إلى أسلوبين، هما حذف الحالة الكاملة Listwise or Complete-Case Deletion، وحذف الحالة المُتوفرة Available- Case Analysis، وهما موجودان كخيارين من خيارات أخرى في برنامج (*SPSS*)، ففي طريقة حذف الحالة الكاملة، يتم حذف أي مُستجيب له قيمة مفقودة لأي فقرة من فقرات الاختبار أو المقياس، بمعنى تحليل بيانات المُستجيبين الذين لديهم استجابات كاملة على جميع الفقرات. وهذا الحذف قد يؤثر على قضية تمثيل العينة للمجتمع خاصة إذا كان عدد المُستجيبين الذين تم حذفهم كبير، وحتى لو كان

عدد المُستجيبين الذين تم حذفهم قبل التحليل قليل، فإن ذلك قد يؤدي إلى خسارة للمعلومات بسبب حذف بعض المُستجيبين وبالتالي يزداد احتمال التَحيّز ويمكن أن تكون هذه الطريقة غير فعَّالة في العينات الصغيرة.

ولطريقة حذف الحالة الكاملة محددات رئيسية، تتمثل في أنها تتطلب افتراض أن تكون البيانات مفقودة عشوائياً بالكامل (*MCAR*)، وإلا فإن هذه الطريقة تؤدي إلى نتائج مُتحيّزة بسبب أن باقي العينة لا تمثل المجتمع الأصلي. كما أنها تقلل من حجم العينة المُتوفرة، حيث أن تخفيض حجم العينة نتيجة الحذف يؤثر سلباً في القوة الإحصائية للاختبار، وبالتالي إضعاف قُدرة الباحث على تحديد الأثر الدال من الاختبار الإحصائي (Gemici, Bednarz, & Lim, 2012).

كما يذكر فيغاردو وميكنايت وميكنايت وسيداني (Figueredo, McKnight, McKnight & Sidani, 2000) وجراهام (Graham, 2009) أن بعض الدراسات أشارت إلى أن طريقة الحذف الكاملة تعمل بشكل جيد عندما تكون آلية فقد البيانات تتبع آلية الفقد العشوائي الكامل (*MCAR*)، وعندما يكون حجم العينة كبيراً، بحيث أن التخلص من القيم المفقودة لا يُقلل من القوة الإحصائية، وأخيراً عندما تكون نسبة الفقد في البيانات صغيرة جداً (أقل من 5%).

أمّا في طريقة حذف الحالة المُتوفرة فيتم التخلص من جميع المُستجيبين الذيم لديهم استجابات مفقودة على كلا المُتغيرين. وتقوم هذه الطريقة على افتراض أن استخدام أكبر عدد من أزواج المُتغيرات وأكبر كمية من البيانات المُتوفرة للمُستجيب يقود إلى تقديرات أفضل بالنسبة للعلاقات بين أزواج المُتغيرات (Witta, 2000). وقد أشار جراهام (Graham,

2009) إلى أفضلية طريقة حذف الحالة الكاملة في تحليل الانحدار المتعدد أو تحليل التبـــاين، وطريقة حذف الحالة المُتوفرة في حال إيجاد الارتباط بين مُتغيرين.

ب) **طريقة إعادة الوزن Reweighting Technique**: وتستخدم لتقليل التّحيّز، وذلك بحذف البيانات التي تتضمن قيماً مفقودة والتخلص منها، وإعطاء أوزانٍ للفقرات المُســتجابة (التي أجابها المُستجيب) سواء كانت هذه الاستجابات صحيحة أم خاطئة.

ج)**طريقة الفقرة غير المُجابة على أنها خاطئة (طريقة الخطأ) (*IN*) Incorrect**: وتتعامل هذه الطريقة مع الفقرة المفقودة (غير المُجابة) باعتبار أنها خطأ سواء في نتيجة الاختبار، أو في تقدير المعالم الفقرات، أو في تقدير قُدرات الأفراد، وتدخل برنامج التحليل على أنها إجابة (خطأ)، وتأخذ القيمة (صفر)، وتساهم هذه الفقرات المفقودة في إعطاء التقديرات لمعالم الفقرات وكذلك لقُدرات الأفراد. وأكد دي آيالا وبليك وإمبارا (De Ayala, Plake & Impara, 2001)، على النتائج التي توصل لها لورد في دراساته المختلفة، من أن استخدام هذه الطريقة في معالجة القيم المفقودة، تعطي نتائج غير دقيقة، كما أنها توفر تقديرات مُتَحيّزة لقُدرات الأفراد، وأشاروا إلى استخدام (طريقة غير الموجودة) (*NP*)، أو (طريقة الصحيحة جزئيا) (*FR*)، بدلاً من استخدام هذه الطريقة.

د) **طريقة (غير الموجودة): Not Present (*NP*)** وبحسب هذه الطريقة فإن تحديد وقت الاختبار هو السبب في وجود الفقرات المفقودة أو التي لم يصل إليها الفرد أو المُستجيب ولم يتمكن من الإجابة عنها، وعليه فإن هذه الفقرات يتم إهمالها وعدم إدخالها ضمن تقديرات المعالم للفقرات وكذلك للمُستجيبين (Pigott, 2001). وفي هذه الطريقة يتعامل برنامج التحليل مع الفقرات المفقودة وكأنها غير موجودة أو غير مُمثّلة، أي كأن المُستجيب لم يأخذ فرصته في الإجابة عنها، وقد أكّد دي آيالا وآخرين (De Ayala et al., 2001)، على

استخدام هذه الطريقة في معالجة القيم المفقودة، مشيرين إلى أنها تعطي نتائج أكثر دقة من بقية الطرق التي كانت موضوعاً لدراساتهم.

ثانياً: الطرق القائمة على احتساب قيمة تعويضية Methods Depends on Imputation: وتعتمد هذه الطرق على التقدير Estimation لتعويض القيم المفقودة وهي.

1- حساب قيمة تعويضية واحدة Single Imputation : وفي هذه الطريقة يتم الاستعاضة عن القيم المفقودة في البيانات بقيم معقولة من خلال البيانات المُتوفرة، بدلاً من أن نلجأ إلى حذف الحالة، الذي يؤدي إلى خسارة في المعلومات. ففكرة التعويض Imputation قائمة على عدم إهدار إي معلومات من أفراد العينة. وإذا احتوت البيانات المُتوفرة بيانات مفيدة للتنبؤ بالقيم المفقودة، فيمكن إجراء التعويض واستغلال هذه البيانات، والمحافظة على دقة عالية من النتائج، فالتعويض ينتج مجموعة بيانات كاملة يمكن تحليلها بالطرق والبرامج الحاسوبية (Schafer & Graham, 2002).

وتم تصنيف طريقة احتساب قيمة تعويضية واحدة إلى مجموعتين هما:

أ- الطرق الصريحة Explicit Methods: وهي طرق قائمة على إجراءات إحصائية تُمكّن الباحث من استبدال القيم المفقودة بقيم مُقدرة بطريقتين هما:

1) **حساب قيمة تعويضية من خلال الوسط Mean Imputation:** ويتم في هذه الطريقة إمّا حساب الوسط الحسابي لاستجابات جميع المُستجيبين على الفقرة وتعويض هذا الوسط بدلاً من جميع القيم المفقودة في هذه الفقرة، ليتم الحفاظ على متوسط المُتغير. ولكن ذلك يؤثر على شكل التوزيع، إذ أنها تُخفض من التباين، وكذلك تُفسد الارتباطات والتباينات المُشتركة مع المُتغيرات الأخرى. أو حساب المتوسط الحسابي للمُستجيب الواحد من خلال استجاباته على جميع فقرات الاختبار

ثم تعويض هذا المتوسط بدلا من جميع الفقرات المفقودة لهذا المُستجيب، ويعتبر هذا الأسلوب أكثر قبولا وملاءمة من الأسلوب الأول.

2) **حساب قيمة تعويضية من خلال الانحدار Regression Imputation:**
وفي هذه الطريقة يتم عمل معادلة انحدار لكل فقرة فيها بيانات مفقودة، والعلامات المتنبأ بها من معادلة الانحدار المستخرجة تستخدم لاستبدال القيم المفقودة. حيث يتم معاملة المُتغير الذي يحتوي على قيم مفقودة على أنه مُتغير تابع (Y)، والمُتغير الذي لا يحتوي قيم مفقودة يعتبر مُتغير مستقل(X)، ثم تستخدم معادلة الانحدار الناتجة للحصول على تقديرات للقيم المفقودة.

ب- **الطرق الضمنية Implicit Methods**: وفي هذه الطُرق يتم الاعتماد على أفراد العينة واحتساب قيمة تعويضية للبيانات المفقودة من خلالها، وتشمل الأنواع الآتية:

1. **طريقة حساب قيمة تعويضية من توزيع غير مشروط Imputing from Unconditional Distribution Method**: وفي هذه الطريقة يتم احتساب قيمة تعويضية للقيم المفقودة للمُستجيب من خلال اختيار قيمة بشكل عشوائي من الاستجابات الموجودة على الفقرة للمُستجيبين، وتسمى أيضا بطريقة (***Hot Deck***).

2. **طريقة حساب قيمة تعويضية من توزيع مشروط Imputing from a Conditional Distribution Method**: وهذه الطريقة مَزَجت بين الانحدار والاختيار العشوائي، بحيث يتم تكوين معادلة انحدار لكل فقرة أو عدة معادلات بطرق مختلفة لنفس الفقرة، ثم يتم اختيار معادلة عشوائية من هذه المعادلات، ومن خلالها يتم الحصول على تقدير للقيمة المفقودة.

3. طريقة حساب قيمة تعويضية للوسط المصحح للفقرة **Corrected Item Mean Substitution Imputation (*CM*)**: ويتم من خلالها تعويض القيم المفقودة للمُستجيب من نفس استجاباته أو من استجابات المُستجيبين في نفس الاختبار. وهذه الطريقة تتم وفق الخطوات الآتية:

1- حساب المتوسط الحسابي للمُستجيب (i) باستخدام المعادلة الآتية:

$$PM_i = \frac{\sum_{j=1}^{J_i} X_{ij}}{J_i}$$

حيث:

PM_i: الوسط الحسابي للمُستجيب (i) .

Xij : استجابة المُستجيب (i) على الفقرة (j) على اعتبار أن هذه الاستجابة غير مفقودة.

Ji: عدد الفقرات التي أجاب عليها المُستجيب (i).

2- إيجاد الوسط الحسابي للفقرة (j) باستخدام المعادلة:

$$IMj = \frac{\sum X_{ij}}{I_j}$$

حيث:

IMj : الوسط الحسابي للفقرة (j).

Ij: عدد المُستجيبين الذين ليس لديهم استجابات مفقودة على الفقرة (j).

ج) حساب القيمة $\overline{X}_{ij}$ باستخدام المعادلة:

$$\overline{X}_{ij} = \left(\frac{PM_i}{\frac{1}{\#obs(i)} \sum_j IM_j} \right) IM_j$$

حيث:

$\overline{X}_{ij}$ القيمة التي سيتم تعويضها للمُستجيب (i) بالنسبة للفقرة (j)

$\#obs(i)$: عدد الاستجابات غير المفقودة للمُستجيب (i) على الفقرة (j)

PMi: الوسط الحسابي لاستجابات المُستجيب (i) على جميع الفقرات غير المفقودة.

IMj: متوسط الاستجابات غير المفقودة على الفقرة (j) لجميع المُستجيبين.

ويرى بيرناردز وسيجسما (Bernaards & Sijtsma, 2000) بأن القيمة التي سوف تظهر بين الأقواس في المعادلة، يمكن أن تكون أقل من (الواحد الصحيح)، بالنسبة للمُستجيب الذي متوسطه الحسابي أقل من متوسط الاختبار، ويمكن أن تكون أكبر من (الواحد الصحيح)، بالنسبة للمُستجيب الذي يكون متوسطه الحسابي أعلى من متوسط الاختبار، وهذا يأخذ في الاعتبار الأداء النسبي للمُستجيب من خلال حساب قيمة تعويضية أعلى، للأداء فوق المتوسط، وحساب قيمة تعويضية أقل، للأداء دون المتوسط.

4. طريقة حساب قيمة تعويضية بطريقة دالة الاستجابة (*RF*) Response Function Imputation: وفي هذه الطريقة يتم تعويض القيمة المفقودة للفقرة الخاصة بالمُستجيب (*i*) بالاعتماد على استجابات الفقرات غير المفقودة (الكاملة) للمستجيب نفسه من خلال المعادلة الآتية:

$$\hat{R}(-j)i = PMi(j-1)$$

حيث

$\hat{R}(-j)i$: هي القيمة التي سيتم وضعها مكان القيمة المفقودة للفقرة (*j*) الخاص بالفرد (*i*)، وتعرف بالقيمة المتبقية أو خلاصة العلامة Rest Score.

J: تمثل العدد الكلي للفقرات.

PMi : الوسط الحسابي للمُستجيب.

ويتم في هذه الطريقة تعويض القيم المفقودة للمُستجيب من نفس استجاباته، ولا تتأثر استجابات المُستجيب باستجابات مُستجيب آخر، ولا علاقة بينهما. فإذا تم تغيير أي من الفقرات لمُستجيب معين، فهذا لا يؤثر على المُستجيب الآخر، فهو لا يعتمد على المتوسطات الحسابية للفقرات، وانما يفترض وجود معلمة قدرة (θ)، ولا يفترض أي شيء حول معالم الفقرة، ولا يحاول أن يُقدّرها.

.5 طريقة خوارزمية تعظيم التوقعات Expectation – Maximization Algorithm (EM): وهذه الطريقة هي واحدة من الطرق التي تناولتها الدراسة الحالية. التي تُعدّ من أهم طُرق التعويض للقيم المفقودة وأكثرها استخداماً، وقد قام بتطويرها كل من: اورجارد وودبيري (Orchard & Woodbury, 1972) وبيل وليتل (Beale & Little, 1975) وديمبستر وليرد وروبن (Dempster, laird & Rubin, 977)، حيث يعتمد تعويض القيم المُقدّرة وفقاً لهذه الطريقة على بيانات ذات توزيع طبيعي، باستخدام طريقة الأرجحية العظمى (*ML*) في التقدير من البيانات غير المكتملة (Little & Rubin, 2002).

وتتضمن هذه الطريقة مجموعة من العمليات المتكررة والتي تتراوح بين خطوة التوقع (Expectation)، وخطوة التعظيم (Maximization)، وذلك للحصول على تقديرات للقيم المفقودة، ففي خطوة التوقع (Expectation)، يتم تقدير مصفوفة التباين المشترك مبدئياً، من خلال استخدام طُرق الحذف، حيث يتم تقدير القيمة التعويضية للقيمة المفقودة باستخدام طريقة الانحدار الخطي، على اعتبار أن الفقرة التي تتضمن قيماً مفقودة هي *(Y)*، والمجموع الكلي هو *(X)*. وعملية التعويض في معادلة خط الانحدار تُعطي نقاط على خط الانحدار مباشرة، الأمر الذي يؤدي إلى الغاء البواقي كالتي تظهر في حالة الانحدار العادي، والتي تكون النقاط فيها على جانبي خط الانحدار أو منطبقة عليه، والتي يكون لها أثر في حساب قوة الارتباط بين مُتغيرين معاً، وهذا يتسبب في ظهور مشكلة في البيانات من خلال الانحدار المبني على القيم المُعوَّضة في البيانات المفقودة والتي يمكن أن تَظهر في البيانات الكاملة. ويمكن حل هذه المشكلة، بإضافة بواقٍ من خلال الخطأ المحسوب في خط الانحدار المبني على البيانات الأصلية بعد استثناء المفقود منها.

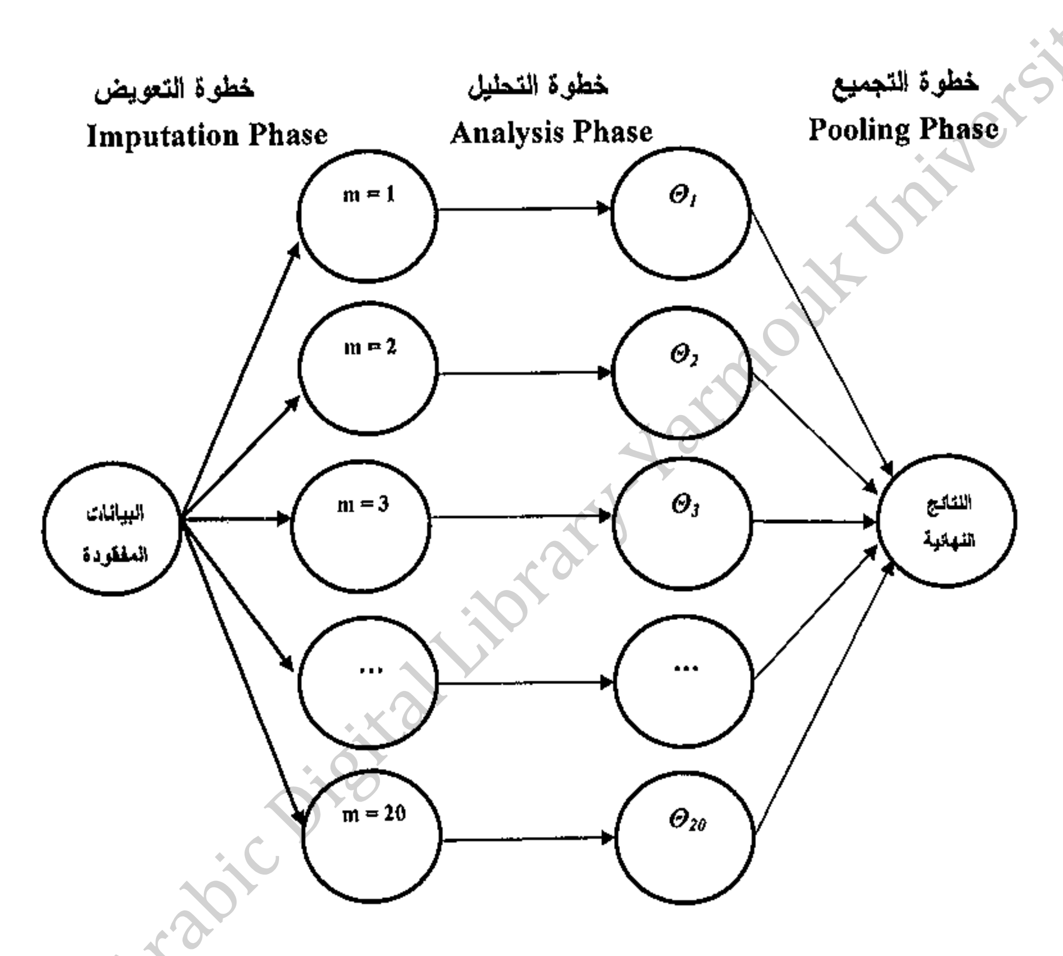
أمّا في خطوة التعظيم (Maximization)، التي هي تحديث Update على مصفوفة التباينات المُشتركة باستخدام البيانات المحسوبة من الخطوة السابقة. حيث يتم تطبيق خطوة التوقع من جديد على المصفوفة الجديدة (مصفوفة التباين المشترك الجديدة)، وتتكرر هذه العملية ليتولّد تقديرات جديدة للقيم المفقودة. ومن ثمّ يتم تكرار خطوتي التوقع والتعظيم بشكل مستمر، حتى يتم الحصول على مصفوفتين قريبتين من بعضهما البعض بحيث يكون الفارق بينها قليلاً. فالمصفوفة الأخيرة هي مصفوفة تعظيم التوقعات، حيث يمكن تحويلها إلى مصفوفة ارتباط لملاحظة الخطأ المعياري وفحص التباينات المُشتركة.

ويتوفر في برنامج التحليل الاحصائي (*SPSS-17*) طريقة خوارزمية تعظيم التوقعات، حيث يتم فيه أولاً تهيئة مصفوفة البيانات واستبدال الخلايا الفارغة بالعدد (9) من خلال الخيار Transform، ومن ثم يتم تعويض العدد (9) الذي تم تعويضه مكان الخلايا الفارغة في الخطوة السابقة بالإستجابة (1) أو (0)، من خلال الخيار Missing Value Analysis من قائمة Analyze الموجودة بنفس البرنامج، ليتم الحصول على بيانات كاملة دون وجود اي قيمة مفقودة في اي من خلاياها.

6. طريقة حساب قيم تعويضية متعددة: Multiple Imputation Method (*MI*):

وهذه الطريقة هي واحدة من الطرق التي تناولتها الدراسة الحالية. التي تعتبر من الطرق الجذابة لمعالجة القيم المفقودة، حيث يتم فيها استبدال كل قيمة مفقودة بمتوسط مجموعة من القيم المُختارة عشوائياً، ولذلك يُنظَر إليها على أنها تُقـدّم قيماً تعويضيةً بأخطاء معيارية غير مُتَحيّزة في التحاليل الإحصائية، وهو ما يختلف عن طريقة حساب القيمة التعويضية الواحدة، ويُلخّص ليتيل وروبين (Little & Rubin, 2002) هذه الطريقة في ثلاث خطوات Phases

مُتسلسلة هي: خطوة التعويض Imputation، وخطوة التحليل Analysis، وخطوة التجميع Pooling، ويبين الشكل (2) وصفاً لهذه الخطوات الثلاث.



الشكل (2): الخطوات الثلاث لطريقة حساب قيم تعويضية متعددة Multiple Imputation Method

ففي خطوة التعويض Imputation يتم حساب مجموعة من القيم التعويضية بمقدار (m) مرة، وذلك لكل قيمة من القيم المفقودة. وفي خطوة التحليل Analysis يتم إيجاد عدد من القيم التعويضية الأولية لكل قيمة مفقودة باستخدام أسلوب الانحدار. أما في خطوة التجميع Pooling فيتم إيجاد المتوسط الحسابي لجميع التقديرات الأولية للقيمة المفقودة. ويمكن جمع نتائج حسابات القيم المنفصلة بقيمة واحدة باستخدام العلاقة الآتية:

$$\overline{Q}_i = \frac{\sum_m \hat{Q}m}{M}$$

حيث:

$\hat{Q}$: التقدير الأولي للقيمة المفقودة.

$\overline{Q}$: المتوسط الحسابي لجميع التقديرات الأولية للقيمة المفقودة وهي التي سيتم تعويضها.

حيث يتم توفير معلومات عن دقة حساب القيمة التعويضية، من خلال المتوسط الحسابي والتباين. ويتكون التباين لهذه التقديرات من جزأين:

أ) التباين بين القيم التعويضية (B)، ويُعبَّر عنه كما يأتي:

$$B = \frac{\sum_m (\hat{Q}m - \overline{Q}_i)^2}{M-1}$$

ب) التباين داخل القيم التعويضية $(\overline{u})$، ويُعبَّر عنه كما يأتي:

$$\overline{u} = 1/m \sum \hat{u}$$

حيث:

u: التباين الأولي بالاعتماد على تقدير (Q).

$\overline{u}$: المتوسط الحسابي للتباين المُقدَّر عبر القيم التعويضية (m).

كما يتم حساب التباين الكلي (T) من خلال المعادلة الاتية:

$$T = \overline{u} + \left(1 + \frac{1}{m}\right)B$$

وحساب فاعلية وكفاءة التعويض المتعدد بوساطة جداول مُعدَّة لهذا الغرض تتضمن نسبة الفَقْـد وعدد مرات التعويض.

وهذه الطريقة ايضاً مُتوفرة في برنامج التحليل الاحصائي (*SPSS-17*)، حيث يتم فيه أولاً تهيئة مصفوفة البيانات واستبدال الخلايا الفارغة بالعدد (9) من خلال الخيار Transform، ومن ثم يتم تعويض العدد (9) الذي تم تعويضه مكان الخلايا الفارغة في الخطوة السابقة بالإستجابة (1) أو (0)، من خلال الخيار Impute Missing Data Value من قائمة Analyze الموجودة بنفس البرنامج، ليتم الحصول على بيانات كاملة دون وجود اي قيمة مفقودة في اي من خلاياها.

7. الطريقة الصحيحة جزئياً: Fractionally Correct Method (FR)

وتتعامل هذه الطريقة مع الفقرة المفقودة كأنها صحيحة جزئياً في حال استخدام النموذج الثلاثي المعلم (*3PL*)، بمعنى أنه عندما يكون عدد الخيارات Alternatives للفقرة هو أربعة خيارات، وتكون العلامة المخصصة للفقرة ذات الإجابة الصحيحة هو علامة واحدة (1)، فإن القيمة التي سيتم تعويضها بدلاً من القيمة المفقودة للفقرة، والتي سيتم اعتبارها صحيحة جزئياً وِفْقاً لهذه الطريقة هي (0.25)، وذلك بقسمة العلامة المخصصة للفقرة المفقودة على عدد خياراتها، ثم بعد ذلك يتم تعويض القيم المفقودة لجميع الفقرات المفقودة في الاختبار وفق هذه الآلية.

ومما سبق، تم التطرق لطرق تعويض ومعالجة القيم المفقودة في البيانات، حيث يتعامل العاملون في مجال القياس والتقويم مع بيانات كبيرة تتعلق باستجابات المُستجيبين على فقرات اختبار ما، أو استجاباتهم على فقرات مقياس ما. وهذه البيانات يتم تحليلها ومعالجتها إما وفق النظرية التقليدية في القياسClassical Theory (*CT*)، أو وفق نظرية القياس الحديثة– نظرية استجابة الفقرة Item Response Theory (*IRT*).

ونظراً لأهمية القرارات التي تبنى عليها الاختبارات في المدارس، تعد عملية تحليل النتائج وتفسيرها من الخطوات الأساسية للحكم على جودة الاختبار وفعاليته في قياس السمة التي أعد الاختبار لأجلها، والتي تستند في بنائها إلى مبادئ نظرية القياس الكلاسيكية والتي تهتم اهتماما رئيسيا بالخصائص السيكومترية للاختبار ممثلة بمعاملات الثبات (الاتساق الداخلي)، ومعاملات الصدق، والخصائص السيكومترية للفقرة والتي تؤثر في مستوى أداء المُستجيبين، ممثلة بمعاملات الصعوبة والتمييز للفقرة، أكثر من اهتمامها بخصائص المثيرات التي تشمل عليها الفقرات (علام، 2005).

وقد خدمت النظرية الكلاسيكية المختصين لفترة طويلة من الزمن في بناء مختلف أنواع الاختبارات النفسية والتربوية، وكذلك تحليل البيانات المستمدة من هذه الاختبارات، إلا إن قصور هذه النظرية تبين عند مواجهة الكثير من المشكلات السيكومترية المعاصرة، وتعرضها إلى مجموعة من الانتقادات وفق ما أشار إليه هامبلتون وسوامينثان (Hambleton & Swaminathan, 1985) ومن أهم تلك الانتقادات: أن الخصائص السيكومترية للاختبار تحدد بالنسبة لمجموعة من المُستجيبين، كما أن خصائص المُستجيبين تحدد بالنسبة إلى اختبار معين، وليس بشكل مطلق. وكذلك تفترض أن الخطأ المعياري في القياس متساو لكل المُستجيبين؛ وهذا يفتقر إلى الدقة، زيادة على إنها لا تبين مدى تحصيل المُستجيب على مستوى الفقرة، وإنما على الاختبار ككل.

لذلك ظهرت النظرية الحديثة في القياس، أو ما يعرف بنظرية السمات الكامنة، أو النظرية الاستجابة للفقرة Item Response Theory (*IRT*) على أنها نظرية بديلة عن النظرية الكلاسيكية.

وتستخدم نظرية استجابة الفقرة Item Response Theory (*IRT*) أو ما تعرف بنظرية السمات الكامنة Latent Trait Theory بشكل واسع من قبل المتخصصين في القياس النفسي والتربوي (Xie, 2001)، إذ تفترض أنه يمكن التنبؤ بأداء الأفراد، أو يمكن تفسير أدائهم في اختبار نفسي أو عقلي، في ضوء خاصية أو خصائص مميزة لهذا الأداء تسمى السمات؛ إذ تحاول تقدير مقادير السمات عند الأفراد، واستخدام هذه المقادير في التنبؤ بأداء الأفراد في الاختبار والفقرة، ونظراً إلى صعوبة ملاحظة هذه السمات بصورة مباشرة؛ فإنه يجب تقديرها أو الاستدلال عليها من أداء الأفراد في مجموعة من فقرات الاختبار، ولهذا السبب يطلق عليها بالسمات الكامنة، ويصف لنا نموذج استجابة الفقرة، العلاقة التي تربط بين أداء الفرد في الاختبار، ومقدار السمة أو السمات التي يفترض أن تؤثر في هذا الأداء، ويمكن وصف هذه العلاقة كدالة متزايدة تسمى منحنى خصائص الفقرة (*ICC*) Item Characteristic Curve، وتعني هذه الدالة أنه كلما زاد مستوى القُدرة، زاد احتمال الإجابة الصحيحة عن الفقرة.

ولقد ساعدت هذه النظرية في تقديم الكثير من الحلول، لمشاكل تتعلق ببناء الاختبارات وتطويرها، وخاصة فيما يتعلق بتكافؤ الاختبارات ومعادلتها، وبناء الاختبارات المحكية المرجع، والاختبارات التكيفية، وبناء بنوك الأسئلة، والكشف عن تَحيّز الفقرات ونحو ذلك (Hambleton & Swaminathan, 1985).

وأشار هامبلتون وسوامينثان (Hambleton & Swaminathan, 1985, p11) إلى وجود ثلاث مزايا رئيسية لنظرية استجابة الفقرة، هي: وجود مجموعة كبيرة نسبيا من فقرات الاختبار التي تقيس السمة نفسها، ويكون تقدير قُدرة الفرد مستقلا عن عينة الفقرات التي تنطبق عليه Item Free. ووجود مجتمع كبير من الأفراد، تكون الخصائص السيكومترية

للفقرات (مثل معاملات الصعوبة والتمييز) مستقلة عن عينة الأفراد التي استخدمت في تقدير هذه الخصائص Sample Free. وإمكانية الحصول على إحصائي Statistic يقيس درجة الدقة في قياس قُدرة كل فرد وهذا الإحصائي يختلف من فرد لآخر.

وتقوم نظرية استجابة الفقرة على مجموعة من الافتراضات، على النحو الآتي:

1. افتراض أُحاديّة البُعد Unidimensionality : ويعني أن الفقرات المكونة للاختبار أو المقياس تقيس قُدرة واحدة فقط (Hambleton & Swaminathan, 1985). وقد عرف كروكر وألجينا (Crocker & Algina,1986) افتراض أُحاديّة البُعد باستخدام لغة الارتباط الإحصائي بين فقرات الاختبار، فالمتطلب الأساسي لاختبار حتى يكون أحادي البُعد، هو إمكانية تفسير أو عزو الارتباط الإحصائي بين الفقرات إلى سمة واحدة فقط، أي يكون الاختبار أحادي البُعد، إذا كانت فقراته مرتبطة إحصائيا لدى المجموعة الكلية للمُستجيبين، وفقراته مستقلة إحصائيا عند كل مجموعة من المُستجيبين الذين يشتركون في نفس القُدرة، ويرى هامبلتون وسوامينثان (Hambleton & Swaminathan, 1985) انه يصعب تحقيق هذا الافتراض، نظراً لوجود بعض العوامل التي تؤثر في أداء الأفراد على الاختبار مثل مستوى الدافعية، وقلق الاختبار، والقُدرة على الإجابة بسرعة والحكمة الاختبارية، والتخمين في إجابة بعض فقرات الاختبار.

لذلك أكد هامبلتون وسوامينثان (Hambleton & Swaminathan, 1985) أن التحقق من افتراض أُحاديّة البُعد يتم من خلال طريقتين هما: اختيار النموذج ومن ثم اختيار الفقرات التي تتوافق مع النموذج. وتحديد مجال محتوى الفقرات، واستخدام التحليل العاملي لاستجابات المُستجيبين في التحقق من أُحاديّة البُعد.

2. افتراض الاستقلال الموضعي Local Item Independence ويعني إن الاستجابة عن فقرة ما من قبل المُستجيبين لا تؤثر في الإجابة عن الفقرات الأخرى في الاختبار، أي أن معامل الارتباط بين استجابات المُستجيبين عند مستوى معين من القُدرة يساوي صفرا، وتجدر الأشارة إلى انه إذا تحقق افتراض أُحاديّة البُعد فان ذلك يعتبر دليلا على تحقق افتراض الاستقلال الموضعي (Hambleton, Swaminathan & Rogers, 1991).

3. العلاقة الوتيرية بين القُدرة والأداء على الفقرة Item Characteristic Curve: ويمكن وصف العلاقة بين تحصيل المُستجيبين على الفقرات وقدرته المقيسة بالاختبار من خلال اقتران تراكمي صاعد يعرف باسم منحنى خصائص الفقرة Item Characteristic Curve، حيث يمثل هذا المنحنى احتمالات إجابة المُستجيبين في مستويات القُدرة المختلفة للفقرة إجابة صحيحة، وكون المنحنى تراكميا صاعدا، فإنه يُشير بوضوح إلى احتمال إجابة الفقرة إجابة صحيحة يزداد بإزدياد قُدرة المُستجيب، وفي العادة توصف هذه المنحنيات في نماذج الاختبارات المصممة لقياس سمة واحدة (أُحاديّة البُعد) بدلالة مَعْلَمَة واحدة أو مَعْلَمَتين أو ثلاثة معالم، ويرجع الاختلاف الرئيس بين نماذج السمات الكامنة المستخدمة إلى اختلاف صورة الدالة الرياضية الذي ينتج عنها اختلاف في شكل منحنى الفقرة، وإذا كانت السمة أو القُدرة المقيسة بفقرات الاختبار متعددة الأبعاد فان العلاقة بين احتمال إجابة الفقرة صحيحة والقُدرة توصف باقتران خاصية الفقرة Item Characteristic Function (Dresher, 2003; yen, 1993).

4. افتراض عدم السرعة Non-Speediness: تفترض نماذج استجابة الفقرة أن عامل السرعة لا يلعب دوراً في الإجابة عن الفقرات، أي أن إخفاق المُستجيبين في الإجابة عن

فقرات الاختبار يرجع إلى انخفاض قُدراتهم وليس إلى تأثير عامل السرعة (Hambleton, Swaminathan & Rogers, 1991).

ولقد انبثق عن نظرية استجابة الفقرة مجموعة من النماذج عُرفت بنماذج السمات الكامنة (Latent Trait Models)، ويحتوي كل منها على معادلة رياضية تُحدّد علاقة أداء الفرد على أي فقرة من فقرات الاختبار بقدرته التي تكمن وراء هذا الأداء وتفسره، وهذه النماذج منها الأحادي وهو الذي يفترض وجود قُدرة واحدة تفسر أداء الفرد في الاختبار، ومنها متعددة الأبعاد، وهي التي تفترض وجود أكثر من قُدرة واحدة تفسر هذا الأداء، وقد أشار هامبلتون وسوامينثان (Hambelton & Swaminathan, 1985) إلى أن هذه النماذج تصف العلاقة بين القُدرة أو السمة الكامنة موضوع القياس واحتمال الإجابة الصحيحة عن الفقرة، وهذه العلاقة يُمكن وصفها بثلاثة معالم هي: الصعوبة، والتمييز، والتخمين. وتختلف هذه النماذج من حيث الافتراضات التي تقوم عليها، وحسب الاقتران الذي يتم بوساطته حساب المعالم، وقد قسّم هامبلتون وسوامينثان (Hambelton & Swaminathan, 1985)، هذه النماذج إلى ثلاثة أقسام هي:

أولاً: النموذج اللوجستيّ أحادي المَعْلَمَة: One Parameter Logistic Model

يفترض هذا النموذج أن جميع فقرات الاختبار تُميّز بنفس القدر بين الأفراد، ولكنها تتباين فقط في صعوبتها، وأن الفرد لا يلجأ إلى التخمين العشوائي في إجابته عن فقرات الاختبار، وارتبط هذا النموذج باسم عالم الرياضيات الدنماركي جورج راش، حتى بات يعرف باسمه (Rash-Model)، ويمكن التعبير عن نموذج راش بالمعادلة الآتية:

$$Pi(\theta)=\frac{1}{1+e^{-Da(\theta-bi)}}$$

حيث:

(θ): مستوى القُدرة للمُستجيب.

$Pi(\theta)$: احتمال إجابة المُستجيب ذي القُدرة (θ) على الفقرة (i) إجابةً صحيحةً.

D: عامل التدريج (Scaling Factor)، وهو ثابت وقيمته (1.702).

(e): الأساس اللوغاريتمي الطبيعي، وهو ثابت رياضي مقداره (2.71828).

a: معامل تمييز الفقرة (وهو ثابت لجميع الفقرات).

b_i: معامل الصعوبة للفقرة (i).

ثانياً: النموذج اللوجستيّ ثُنائي المَعلَمَة: Two Parameter Logistic Model

يسمح هذا النموذج – المُقترح من قبل بيرنبوم (Birnbaum) عام 1962 – بأن تختلف فقرات الاختبار في صعوبتها، وتمييزها، ويفترض هذا النموذج أيضاً عدم تأثر الإجابات بعامل التخمين (عامل الصدفة)، بمعنى أن الطلبة ذوي القُدرات المنخفضة لا يمكنهم تخمين الإجابة عن الفقرات الصعبة بشكل صحيح. ويتخذ المنحنى المميّز للفقرة في هذا النموذج المعادلة الآتية:

$$Pi(\theta)=\frac{1}{1+e^{-Dai(\theta-bi)}}$$

حيث:

(a_i): معامل تمييز الفقرة (i).

ثالثاً: النموذج اللوجستيّ ثلاثي المَعلَمَة: Three - parameter Logistic Model

ويُعَدُّ هذا النموذج الأكثر عموميةً لأنه يسمح باختلاف معالم الفقرة الثلاثة، حيث يمكن أن تختلف هذه التخمينات في ميلها (مَعلَمَة التمييز)، وموقعها على متصل السمة (مَعلَمَة الصعوبة)، وكذلك خط التقارب السفلي لمنحني خصائص الفقرة (مَعلَمَة التخمين) (علام، 2005). كما يُعَدُّ هذا النموذج امتداداً للنموذج السابق، مُضيفاً إليه معلماً جديداً يسمى الخط

التقاربي لأسفل المنحنى المُميّز للفقرة Lower Asymptote الذي يمثل احتمال توصل الأفراد ذوي القُدرة المنخفضة إلى الإجابة الصحيحة عن الفقرة عن طريق الصدفة أو التخمين (مَعْلَمَة التخمين) ويرمز له بالرمز (c_i)، والمعادلة الرياضية لهذا المنحنى هي :

$$P_i(\theta) = c_i + \frac{(1 - c_i)}{1 + e^{-Dai(\theta - bi)}}$$

حيث:

(c_i): معامل تخمين الفقرة (*i*).

دالة المعلومات: Information Function

تعتبر دالة المعلومات من المفاهيم الأساسية التي تُؤدّي دوراً مهماً في هذه النظرية، سواء أكانت الاستجابة للفقرة ثُنائية التدريج أم متعددة التدريج، فدالة المعلومات هي التي تحدد مقدار المعلومات التي تقدمها الفقرة أو الاختبار ككل، عند تقدير قُدرات الأفراد أو المُستجيبين، كما ويُمكن من خلالها تحديد الخطأ المعياري في التقدير.

ولدالة المعلومات التي يقدمها كل من الفقرة والاختبار أهمية كبيرة في نظرية الاستجابة للفقرة، فيُمكن اختيار فقرات الاختبار باستخدام دالة معلومات الفقرة، باعتبار أن معلومات الفقرة تتغير عبر مستويات القُدرة المختلفة، وبالتالي يُمكن اختيار فقرات تُقدّم دقة قياس عالية عند نقطةٍ معينة على متصل السمة، ومن جهة أخرى فإن الفقرات ذات التمييـز المرتفع، تُسهم في تقديم معلومات أكبر عن قُدرة المُستجيب وبالتالي الحصول على دقةٍ أكبر. ومن هنا فإن أكبر قيمة للمعلومات تكون ثابتة في حال استخدام النموذج الأُحادي المَعْلَم، وهي تتناسب طردياً مع مربع تمييز الفقرة بالنسبة للنموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَم (*2PL*) ، وتميل فقرات الاختبار للمساهمة بشكل أفضل في دقة القياس في النموذجين الأُحادي والثُنائي المَعْلَم، حول

مَعلَمة الصعوبة *(b)* على تدريج القُدرة، وتكون كمية المعلومات أكبر ما يُمكن عندما يكون مستوى القُدرة *(θ)*، قريباً من مَعلَمَة الصعوبة *(b)*، وذلك لِكَوْن دالة المعلومات تتخذ شكلاً يُقارب الشكل الجرسي بشكلٍ عام، بينما يتم الحصول على أعلى قيمة في حال استخدام النموذج الثُلاثي المَعلَم عند مستوى قُدرة *(θ max)* (Hambelton & Swaminathan, 1985).

ومن الفوائد التي تُقدِّمها دالة معلومات الفقرة، إمكانية معرفة مقدار مساهمة كل فقرة من فقرات الاختبار في دالة معلومات الاختبار بشكل مستقلٍ عن بقية الفقرات، وبشكل عام يُمكن القول بأن دالة معلومات الاختبار تتأثَّر بمعالم الفقرات المُكَوِّنة لذلك الاختبار، فتكون كمية المعلومات كبيرة كلما اقترب مَعلَم التخمين من الصفر، وكلما زادت قيمة مَعلَم التمييز، وتكون أكبر ما يُمكن عندما يكون مستوى قُدرة المُستجيب قريباً من قيمة مَعلَم صعوبة الفقرة.

وقد ذكر بيكر (Baker, 2001)، صيَغاً مختلفة لمعادلة دالة معلومات الفقرة وفقاً للنماذج الثلاثة لنظرية الاستجابة للفقرة، ففي النموذج الثلاثي المعلم، فإن قيمة دالة المعلومات للاختبار تُحسب عند كل مستوىً من مستويات القُدرة *(θ)* من خلال المعادلة الآتية:

$$I_i(\theta) = a_i^2 \left[\frac{Q_i(\theta)}{P_i(\theta)}\right] \left[\frac{P_i(\theta) - c_i}{1 - c_i}\right]^2$$

وفي النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعلَمَ *(2PL)* ، تُحسب عند كل مستوىً من مستويات القُدرة *(θ)* من خلال المعادلة الآتية:

$$I_i(\theta) = D^2 a_i^2 P_i(\theta) Q_i(\theta)$$

وفي النموذج الأُحادي المَعلَمَة المعلم، تُحسب عند كل مستوىً من مستويات القُدرة *(θ)* من خلال المعادلة الآتية:

$$I_i(\theta) = D^2 P_i(\theta) Q_i(\theta)$$

حيثُ:

$Q_i(\theta)$: $1- p_i(\theta)$. وتُمثّل احتمال إجابة المُستجيب ذي القُدرة (θ) عن الفقرة (i) إجابةً غير صحيحةً.

أما بالنسبة لدالة معلومات الاختبار، فتُحسَب بجمع ما تُقدِّمه الفقرات من معلومات وفقاً للمعادلة التي أوردها هاملتون و سوامينثان (Hambelton & Swaminathan, 1985):

$$I(\theta) = \sum_{i=1}^{n} I_i(\theta)$$

حيثُ:

$I(\theta)$: كمية معلومات الاختبار عند مستوى القُدرة (θ).

$I_i(\theta$: كمية معلومات الفقرة (i)، عند مستوى القُدرة (θ).

n: عدد الفقرات في الاختبار.

وعلى الرغم من هذا التنوع في النماذج إلا أنها تشترك في خصائص عامة هي: إن تقدير السمات أو القُدرات من خلال الأداء الملحوظ للمُستجيبين على مجموعة فقرات الاختبار. وتحدد نماذج الاستجابة للفقرة العلاقة بين الأداء الملحوظ للمُستجيبين والسمات أو القُدرات المفترض أنها وراء الأداء على الاختبار. وتفترض النماذج إن أداء المُستجيب على الاختبار يمكن التنبؤ به أو شرحه، من خلال خاصية أو أكثر والتي يمكن الأشارة إليها كسمات، ونجاح نموذج استجابة الفقرة في توفير وسيلة لتقدير درجات المُستجيبين على الصفات (Hambleton & Swaminathan, 1985).

وتتأثر البيانات التي يتم جمعها من استجابات المُستجيبين بشكل كبير لعدم استجابة عدد منهم لعدد من فقرات أداة القياس بغض النظر عن سبب عدم الاستجابة، وهذا يؤدي إلى

وجود بيانات مفقودة، وبالتالي الحصول على بيانات ناقصة تؤثر على فاعلية التفسيرات (Little & Rubin, 1987).

وتعتبر القيم المفقودة من المشاكل الشائعة في العديد من مواقف القياس، وقد أظهر الباحثون أن هذه القيم المفقودة تخلق مشاكل، في تقدير معالم الفقرة ضمن سياق نظرية استجابة الفقرة، خاصة إذا تم تجاهل هذه القيم المفقودة، ومن غير الممكن إذا كان هناك بيانات مفقودة أن لا نعمل على معالجتها.

مشكلة الدراسة وأسئلتها

لا تخلو الدراسات في البحوث التربوية من نسبة القيم المفقودة، وغالباً ما يتم التعامل مع هذه القيم بالتجاهل والإهمال الأمر الذي بدوره قد يؤثر تأثيراً سلبياً على دقة نتائج هذه الدراسات. ومن هذه الدراسات ما يُعنَى ببناء الاختبارات وتطويرها في ضوء نظرية استجابة الفقرة التي تتطلب عينات بحجوم كبيرة لما لها من دور في زيادة الدقة في تقدير معالم الفقرات وقُدرات الأفراد، ووجود قيم مفقودة في هذه البيانات قد يؤثر على دقة نتائجها. من هنا برزت العديد من الطرق للتعامل مع القيم المفقودة التي تظهر البيانات كاملة دون نقص مما قد يعمل على زيادة موثوقية النتائج بتلك الدراسات.

كما أن تأثير هذه القيم المفقودة يعتمد على حجمها قياسا مع حجم البيانات الأصلية، فقد أوضح جراهام (Graham, 2009) إلى أنه عندما تزداد نسبة الفقد في البيانات عن 5 % فان تأثيرها على نتائج هذه الدراسات يزداد. ومن هنا جاءت الحاجة إلى هذه الدراسة والتي ستتناول أثر نسبة الفقد في البيانات على دقة معالم الفقرات وقُدرات الأفراد في ضوء النموذج الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة بوجود طريقتين للتعامل مع البيانات المفقودة. وبالتحديد فإن هذه الدراسة حاولت الاجابة عن الاسئلة الآتية:

1-هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة الإحصائية (α =0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات، تُعزى لنسبة الفقد في البيانات (5%، 15%، 20%، 30%)، وطريقة معالجتها (*EM, MI*)، والتفاعل بينهما؟

2-هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة الإحصائية (α =0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة تمييز الفقرات، تُعزى لنسبة الفقد في البيانات (5%، 15%، 20%، 30%)، وطريقة معالجتها (*EM, MI*)، والتفاعل بينهما؟

3-هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة الإحصائية (α =0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد، تُعزى لنسبة الفقد في البيانات (5%، 15%، 20%، 30%)، وطريقة معالجتها (*EM, MI*)، والتفاعل بينهما ؟

أهمية الدراسة

يتعامل العاملون في مجال القياس والتقويم مع مجموعة من الاختبارات التي يتم تطبيقها على عينات مختلفة وكبيرة من المفحوصين، من أجل الحصول على معلومات احصائية وافية ودقيقة، بعد تحليل بيانات تلك الاختبارات بأساليب وإجراءات احصائية مناسبة، وهذه الاساليب والاجراءات الاحصائية تفترض وجود بيانات مكتملة وعدم وجود قيم مفقودة فيها. والقصد من أي تحليل أو إجراء إحصائي في حال وجود بيانات مفقودة الخروج باستدلالات صحيحة وفَعَّالة حول المجتمع الدراسي المعني، والحصول على ذات النتائج؛ التي سيتم الحصول عليها في حال اكتمال البيانات، حيث تُشكّل القيم المفقودة تهديداً لهذا الهدف، اذا

كانت مفقودة بطريقة تجعل العينة مختلفة عن المجتمع الذي أخذت منه خاصة اذا أوجدت القيم المفقودة عينة غير ممثلة للمجتمع.

لذا طوّرت العديد من طُرق التعويض للقيم المفقودة، حيث يعتمد الباحث في مختلف مجالات العلوم الإنسانية على الأساليب الإحصائية في تحليل البيانات المستمدة من دراساتهم التجريبية أو الميدانية التي يقومون بإجرائها، وأصبحت طرق تحليل بيانات الاختبارات التربوية المختلفة المبنية على نظرية استجابة الفقرة شائعة الاستخدام (علام، 2005)، وهناك تقدم ملموس في العقدين الأخيرين بالنسبة للأساليب والإجراءات الإحصائية التي تتعامل مع المشاكل الناتجة عن القيم المفقودة، وعلى الباحثين التقليل من القيم المفقودة، وهذا يستدعي الاهتمام بنسب الفقد في البيانات والمساعدة في حلها وتقديم الطريقة المناسبة للتعامل معها.

وتهدف هذه الدراسة لفحص اثر نسبة الفقد في البيانات على دقة تقدير معالم الفقرات وقُدرات الأفراد باختلاف طرق تعويض القيم المفقودة، وتكرس هذه الدراسة أداء هاتين الطريقتين على بيانات نظرية استجابة الفقرة المحتوية على قيم مفقودة لتقدير معالم الفقرات وتقدير قُدرات الأفراد من خلال النموذج أحادي وثُنائي المَعلّمَة، والمُقارنة بين هاتين الطريقتين وأيها الأنسب لتعويض القيم المفقودة وذلك من خلال دراسة محاكاة تحتوي على نسب فقد مختلفة من البيانات.

التعريفات الاصطلاحية والإجرائية

القيم المفقودة Missing Values: عدم استجابة المُستجيب عن بعض فقرات الاختبار وترك هذه الفقرات فارغة دون اجابة، بصرف النظر عن سبب ذلك.

القيمة التعويضية: هي القيمة التي يتم وضعها مكان القيمة المفقودة بعد أن يتم معالجتها بواحدة من طرق معالجة القيم المفقودة (***EM, MI***).

تقدير المعالم Parameters Estimate: تعبير كمي عن المعالم التي تعتمد عليها التوزيعات الإحصائية للاستجابة على فقرات الاختبار بمقاييس مُستخلصة من البيانات بحيث تتضمن هذه المقاييس تقديرات تمثل خصائص المجتمع Population.

دقة التقدير Accuracy of Estimate: تعبير يُشير إلى جودة التقدير للمعالم والقُدرات، والتي تتميز بالاحتمال الكبير في أن يكون التقدير قريب من القيمة الحقيقية للمعلم أو القُدرة، وذلك باختيار التقدير غير المتَحيّز Unbiased Estimator والذي يكون صاحب أقل تباين من التقديرات الأخرى غير المُتَحيّزة، وذلك باستخدام الخطأ المعياري في التقدير، أو معدل مربعات الأخطاء.

دالة المعلومات Information Function: تُعرّف دالة معلومات الاختبار بأنها المجموع الحسابي لدوال معلومات الفقرات المُكوّنة لذلك الاختبار، وتشير دالة المعلومات للفقرة، إلى كمية المعلومات التي تُقدّمها الفقرة لتقدير مستوى قُدرة المفحوص، وتُستَخدم في تحديد الدقة التي تُقدَّر بوساطتها قُدرات الأفراد أو المفحوصين عند المستويات المختلفة من القُدرة.

مُقارنة طرق معالجة القيم المفقودة: أسلوب يُمكن من خلاله معرفة الطريقة الأكثر فاعليةً في معالجتها للقيم المفقودة، وذلك من خلال استخدام الخطأ المعياري للقيمة المُقَدرة، حيث تتناسب فاعلية الطريقة تناسباً عكسياً مع الخطأ المعياري، ويُستحب أن يكون الفرق بين القيمتين المُقَدرة والحقيقية أقل ما يمكن.

البيانات المُولَّدَة Generated Data: البيانات المُستخدمة في هذه الدراسة والمُولَّدَة بواسطة برنامج توليد البيانات (*WINGEN*3) وفقاً للنموذج أحادي، وثُنائي المَعْلَمَة (***2PL***).

مُحددات الدراسة

1. اقتصرت هذه الدراسة على استخدام النموذج الأُحادي المَعلَّمَة والثُنائي المَعلَّمَة.

2. اقتصرت هذه الدراسة على تناول طريقتين من طرق التعويض الضمنية في معالجة القيم المفقودة وهي؛ خوارزمية تعظيم التوقعات (*EM*)، وحساب القـيم التعويـضية المتعـددة (*MI*).

3. اقتصرت هذه الدراسة على استخدام طريقة واحدة من طرق تقدير القُدرة هـي، طريقـة الأرجحية العظمى (*ML*).

4. طول الاختبار ثابت في النموذج الأُحادي المَعلَّمَة بـ (67) فقرة وبحجم عينـة (1254) فرد، أما في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعلَّمَة فضمّ (77) فقرة، بحجـم عينـة (1365) فرد.

5. تحديد نسبة الفَقْد في البيانات بـ (5%، 15%، 20%، 30%)، من مجموع الاسـتجابات لجميع الأفراد في الدراسة وفي كلا النموذجين.

الفصل الثاني

الدراسات السابقة

تتناول الدراسة الحالية موضوعين رئيسين هما: أثر نسبة الفقد في البيانات، وطريقة تعويضها على دقة تقدير معالم الفقرات وقُدرات الأفراد. الأمر الذي تطلب الرجوع إلى جميع الدراسات – ما أمكن – المتصلة بهما، ومن خلال اطلاع الباحث على الدراسات السابقة المتصلة بموضوع طرق تعويض القيم المفقودة، تبين للباحث وجود عدد من الدراسات تناولت طرق تعويض القيم المفقودة وأثرها على دقة تقدير معالم الفقرات وقُدرات الأفراد، وعدد قليل من الدراسات الخاصة بنسب الفقد.

ومن هذه الدراسات دراسة دي آيلا وبلاك وإمبارا (De Ayala, Plake & Impara, 2001) والتي هدفت لبيان اثر الاستجابات المحذوفة على دقة تقديرات قُدرات المُستجيبين في نظرية استجابة الفقرة، من خلال استخدام نموذج ثلاثي المَعْلَمَة، حيث تم تطبيق ثلاثة طرق لتقدير قدرة المستجيبين، من اجل المقارنة بين طرق المعالجة للبيانات المفقودة وهي: طريقة تقدير الأرجحية العظمى، وطريقة تقدير بييز Expected A Posteriori Bayes، وطريقة تقدير Biweight Estimation. كما تم استخدام طريقتين لمعالجة القيم المفقودة وذلك لتحقيق أهداف هذه الدراسة وهي: طريقة "الخطأ"، والطريقة غير الموجودة.

وخلصت النتائج إلى أفضلية طريقة "غير الموجودة" في معالجة القيم المفقودة مقارنة بطريقة "الخطأ"، وأن أكبر تَحيّز في تقدير القُدرة يحدث عندما يتم حذف الفقرة باعتبارها "خطأ"، وتوصل الباحثون إلى أن أفضل تقدير للقُدرة يحدث عندما يتم تعويض الاستجابات المفقودة بالقيمة (0.5).

وفي دراسة وايمان (Wayman, 2003) طبق الباحث ثلاث طرق لمعالجة القيم المفقودة في البيانات وتمت المقارنة بين هذه الطرق لمعرفة أي الطرق تعطي تحيز اقل من غيرها وهذه الطرق هي: طريقة حساب قيم تعويضية متعددة وطريقة حذف الحالة وطريقة تعويض الوسط الحسابي، قامت هذه الدراسة على ثلاثة متغيرات هي: الجنس (ذكور، اناث)، نوع التعليم (حكومي، خاص)، الصف الدراسي (سادس، سابع، ثامن)، وكانت نسبة الفقد بين (11% إلى 18%) وكانت عينة الدراسة مكونة من 19373 طالب وطالبة من طلبة المدارس في الولايات المتحدة، وكانت نسبة الفقد 15% من العدد الكلي للاستجابات، وبينت نتائج الدراسة إلى أن طريقة حساب قيم تعويضية متعددة أعطت نتائج ذات تَحيّز أقل من حيث الأخطاء المعيارية مُقارنة مع بقية الطرق المستخدمة في الدراسة.

وفي دراسة لهوثورن وإليوت (Hawthorn & Elliott, 2005) بهدف تحديد الطريقة الأنسب لمعالجة البيانات المفقودة، حيث تم المُقارنة بين الطرق التالية لمعالجة القيم المفقودة: طريقة الوسط الحسابي للفرد، حذف الحالة، حساب قيمة تعويضية من توزيعات غير مشروطة، والوسط الحسابي للفقرة، حساب قيمة تعويضية من خلال الانحدار. وكانت عينة الدراسة مكونة من 1200 فرد، وطبق الباحثان خمسة أحجام مختلفة من العينة كالتالي(25، 50، 100، 200، 400) على هذه الفقرات، وظهرت نسب متفاوتة من القيم المفقودة كالتالي (20%، 40%، 60%) ليتم مُقارنة مجموعتين من العينات، الأولى تفترض عدم وجود قيم مفقودة فيها، والثانية بافتراض وجود قيم مفقودة على النحو التالي (20%، 40%، 60%) وذلك باستخدام اختبار (***t-test***) لمقارنة مجموعتين من العينات، ، وخلصت الدراسة أن هناك أفضلية لطريقتي المتوسط الحسابي للفرد وطريقة حساب قيم تعويضية من توزيعات غير مشروطة بالمقارنة مع بقية طرق المعالجة البيانات.

وأجرى أليسون (Allison, 2006) دراسة محاكاة لمعرفة أثر استخدام طرق حساب قيم تعويضية مختلفة لتعويض القيم المفقودة على البيانات التصنيفية، حيث قام الباحث بتوليد بيانات لعينة مكونة من 500 فرد، وبنسب فقد مختلفة هي: (1%، 5%، 20%، 50%)، بحيث استخدم آلية الفقد العشوائي بالكامل، وآلية الفقد عشوائياً، ولتحقيق أهداف الدراسة استخدم خمس طرق لمعالجة البيانات المفقودة وهي: طريقة حساب قيمة تعويضية من خلال دالة الاستجابة، وطريقة حساب قيمة تعويضية من خلال الانحدار اللوجستي، وطريقة الحالة الكاملة، وطريقة حساب قيمة تعويضية خطية بدون تقريب، وطريقة حساب قيمة تعويضية خطية مع التقريب، وخلصت نتائج الدراسة بناءً على الأوساط الحسابية للأخطاء المعيارية والأوساط الحسابية للانحرافات المعيارية في كل من آليتي الفقد؛ الفقد العشوائي بالكامل والفقد العشوائي إلى أن الوسط الحسابي المقدر يتعرض للتَحيّز إذا تم تدوير القيم التعويضية المُقَدرة إلى أعداد صحيحة (صفر أو 1). وأنه لا يتعرض الوسط الحسابي المقدر للتَحيّز، إذا لم يتم تدوير القيم المُقَدرة إلى أعداد صحيحة. وأن طريقة " حساب قيمة تعويضية خطية مع التقريب" تعطي نتائج مُتَحيّزة وهي دون مستوى الطرق الأخرى. وأخيراً يفضل استخدام آلية الفقد العشوائي بدلاً من آلية الفقد العشوائي بالكامل لامتلاكها أخطاء معيارية أقل.

وفي دراسة فينج (Finch , 2008) هدفت لمعرفة كفاءة الطرق المختلفة لمعالجة البيانات المفقودة لتقدير معالم الفقرة في النموذج ثلاثي المَعْلَمَة لنظرية استجابة الفقرة، حيث تم توليد 20 فقرة ذات معالم مختلفة، وأُخذ من هذه الفقرات (4) أربع فقرات، بحيث يكون معالم هذه الفقرات مطابق لمعالم فقرات تم دراستها في السابق من قبل الباحثين وهي: الفقرة الأولى معالمها ($a = 0.44, b=-0.33, c = 0.17$)، والثانية معالمها ($a = 1.02, b = 1.28, c = 0.22$)، والثالثة معالمها ($a = 0.76, b= -2.7, c = 0.21$)،

والفقرة الأخيرة معالمها ($a = 1.32, b = 0.57, c = 0.18$). واستخدم آليتي فقد البيانات وهما: الفقد غير العشوائي والفقد عشوائياً، بنسب فقد مختلفة (5%، 15%، 30%) وبأحجام مختلفة من العينة (100 ,500 ,1000) على هذه الفقرات، ليصار الى معالجتها بسبع طرق هي: طريقة حساب قيمة تعويضية بطريقة دالة الاستجابة، وطريقة الخاطئة، وطريقة الصحيحة جزئياً، وطريقة غير الموجودة، وطريقة حساب قيمة تعويضية للوسط المصحح للفقرة، وطريقة خوارزمية تعظيم التوقعات، وأخيراً طريقة حساب قيم تعويضية متعددة. لتتم المقارننة بينها من خلال تحليل التباين المعتمد على الأخطاء المعيارية والتَحيّز بين قيم (θ، $\hat{\theta}$) لكل من مَعْلَمَة (التمييز، والصعوبة، والتخمين) للفقرة،- حيث أن(θ) هي القيمة الحقيقية لمَعْلَمَة الفقرة و($\hat{\theta}$) هي القيمة المُقَدرة لمَعْلَمَة الفقرة، - وعند مستوى الدلالة الإحصائية ($\alpha = 0.05$). حيث اشارت النتائج الى أن جميع الطرق السابقة الذكر باستثناء طريقة " الخاطئة" أعطت تقديرات أقل لمعلمة الصعوبة وجميعها كانت أكثر سالبة من آلية الفقد عشوائياً، وأن أداء طريقة " حساب قيم تعويضية متعددة" كانت أفضل من بقية الطرق الأخرى إذ ارتبطت بنسبة تَحيّز أقل من غيرها. في حين خلصت النتائج المتعلقة بمعْلَمَة التمييز إلى أن آلية الفقد غير العشوائي قدمت تَحيّزاً أكبر من آلية الفقد عشوائياً عبر التفاعل بين طريقة حساب قيمة تعويضية ونسب البيانات المفقودة المختلفة، وأن أداء طريقة " حساب قيم تعويضية متعددة" كانت أفضل من بقية الطرق الأخرى إذ ارتبطت بنسبة تَحيّز أقل من غيرها، وكانت هذه النتيجة لجميع نسب الفقد المختلفة، أما فيما يتعلق بمَعْلَمَة التخمين فقد خلصت النتائج إلى أن جميع الطرق باستثناء طريقة " الخطأ"، أعطت تَحيّزاً قليلاً ومتقارباً لتَحيّز البيانات الكاملة، وكان التَحيّز متقارب في آليتي

الفقد. وأن الأخطاء المعيارية في آلية الفقد غير العشوائي كانت أقل منها في آلية الفقد عشوائياً عبر التفاعل بين آلية الفقد وحساب قيمة تعويضية.

وفي دراسة لبني عواد (2010) هدفت لمُقارنة طرق التعامل مع البيانات المفقودة في تقدير معالم الفقرات وقُدرات الأفراد، حيث تمت معالجة البيانات المفقودة باستخدام ثمان طرق مختلفة من طرق معالجة القيم المفقودة، وتم تطبيق اختبار أوتيس- لينون للقُدرة العقلية على عينة مكونة من 1600 طالبا من طلبة الصف الثامن في مدارس تربية اربد الأولى موزعين على 20 مدرسة تم اختيارها عشوائياً خلال العام الدراسي 2010/2009، وقد خلصت النتائج إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقدير مَعْلَمَة القُدرة للأفراد، وكذلك في معالم الفقرات (الصعوبة، التمييز، التخمين) تعزى لطريقة المعالجة، وطول الاختبار، والتفاعل بينهما. حيث كانت التقديرات أكثر دقة عند طريقة دالة الاستجابة وطول الاختبار (80) فقرة.

أجرى كوكلك وكيري (Cokluk & Kayri, 2011) دراسة استخدام فيها خمسة من طرق معالجة البيانات بنسب فقد مختلفة، تم تقسيم نسب الفقد إلى فئتين: الأولى تراوح نسب الفقد فيها بين (15%) و (20%)، والثانية تراوح نسب الفقد فيها بين (0%) و (15%)، ومن ثم تمت مقارنة ثلاثة معاملات ثبات ناتجة من تطبيق هذه الطرق وهي: معامل الارتباط المصحح، ومعامل كرونباخ ألفا للاتساق الداخلي، والبناءات العاملية. وكانت عينة الدراسة مكونة من 200 معلم من المرشحين لوظيفة مدرس والملتحقين بقسم التعليم الابتدائي بكلية العلوم التربوية في جامعة أنقرة للفصل الثاني للعام الدراسي 2009/2008. وقد وخلصت النتائج إلى أن الطرق المختلفة في معالجة القيم المفقودة تتسبب في تقليل نسب التباين المفسر للطرق المستخدمة في الدراسة. كما أظهرت النتائج أن معاملات ثبات كرونباخ ألفا للاتساق

الداخلي والجذور الكامنة، في المجموعة الأولى التي تحوي قيم مفقودة تتراوح نسبتها بين (15%-20%)، وكذلك المجموعة الثانية التي تحوي قيم مفقودة تراوح نسبتها بين (0%-15%)، قد انخفضت بسبب تعويض القيم المفقودة في البيانات.

وفي دراسة لجيمسي وبيدنارز وليم (Gemici, Bednarz, & Lim, 2012) هدفت لمقارنة بعض طرق معالجة القيم المفقودة لبيانات التعليم والتدريب للتعليم المهني(*VET*) Vocational Education and Training حيث خلصت النتائج إلى أن الطرق الحديثة في معالجة القيم المفقودة مثل التعويض المتعدد (*MI*) تساعد في التقليل من خطر التحيّز، لكن لا يمكن اعتبارها علاج لكل المشاكل الناتجة عن القيم المفقودة، أما الطرق البسيطة مثل: طريقة الحذف المزدوج، والتعويض بقيمة ثابتة، قد تؤدي إلى أحكام خاطئة من خلال أثرها على الخطأ المعياري الذي قد يزيد من إمكانية الفشل في تحديد العلاقات بين المُتغيرات المتنبئة والنتائج.

وأجرى الدرابسة (2012) دراسة هدفت إلى بيان أثر طريقة معالجة القيم المفقودة، وطريقة تقدير قُدرات الأفراد على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد. ولتحقيق أهداف الدراسة، تم استخدام بيانات مولدة لاستجابات 1500 مُستجيب على اختبار مكون من 80 فقرة ثُنائية الاستجابة ومطابقة للنموذج ثلاثي المَعْلَمَة، ليتم الحصول على بيانات تتضمن استجابات مفقودة بنسبة (5%)، وتمّت معالجة القيم المفقودة بثلاث طرق هي: تعظيم التوقعات (*EM*)، والقيم التعويضية المتعددة (*MI*)، ودالة الاستجابة (*RF*). وتم تقدير معالم الفقرات والأفراد بطريقتي الأرجحية العظمى (*ML*)، وبييز للتوقع البعدي (*EAP*)، حيث أظهرت النتائج وجود اختلاف في دقة تقدير مَعْلَمَة التمييز يعزى لاختلاف طريقة التقدير ولصالح طريقة الأرجحية العظمى (*ML*)، ووجود اختلاف في دقة تقدير مَعْلَمَة الصعوبة يعزى لاختلاف طريقة التقدير ولصالح

طريقة بييز للتوقع البعدي (*EAP*). ووجود اختلاف في دقة تقدير مَعْلَمَة التمييز يعزى لاختلاف طريقة المعالجة للقيم المفقودة، ولصالح طريقة القيم المتعددة (*MI*)، ووجود اختلاف يعزى للتفاعل بين مُتغيري طريقة التقدير وطريقة المعالجة. وعدم وجود اختلاف في دقة تقدير مَعْلَمَة الصعوبة أو مَعْلَمَة التخمين يعزى لاختلاف طريقة المعالجة للقيم المفقودة أو طريقة التقدير أو للتفاعل بينهما. ووجود اختلاف في دقة تقدير قُدرات الأفراد يعزى لطريقة معالجة القيم المفقودة ولصالح طريقة تعظيم التوقعات (*EM*)، ووجود اختلاف في دقة تقدير قُدرات الأفراد يعزى لطريقة التقدير المستخدمة ولصالح طريقة بييز للتوقع البعدي (*EAP*). ويوجد اختلاف في دقة تقديرات قُدرات الأفراد يعزى للتفاعل بين مُتغيري طريقة المعالجة للقيم المفقودة وطريقة التقدير.

في ضوء ما تقدم من دراسات حول طرق تعويض القيم المفقودة، تبين أن بعض هذه الدراسات قد تناولت طرق تعويض القيم المفقودة وأثرها على دقة تقدير معالم الفقرات وقُدرات المُستجيبين في ضوء نظرية استجابة الفقرة، وبعضها تناولت أثرها على صدق وثبات المقاييس، وبعضها تناولت أثرها على التَحيّز في تقدير المعالم. ولم تقع عين الباحث على دراسات تتناول أثر طرق تعويض القيم المفقودة باختلاف نسب الفقد على دقة تقدير معالم الفقرات وقُدرات الأفراد، لذلك جاءت هذه الدراسة لتحقيق هذا الهدف وذلك باستخدام بيانات مولدة لمعرفة أثر نسب الفقد في البيانات وطرق تعويضها على دقة تقدير معالم الفقرات وقُدرات الأفراد.

الفصل الثالث

الطريقة والإجراءات

يتناول هذا الفصل وصفاً تفصيلياً لإجراءات الدراسة القائمة على البيانات المُولَّدَة Generating Data، وهذه الاجراءات تمت وفق ما يلي:

1) توليد استجابات 1400 فرد على 100 فقرة اختبار ثُنائية الاستجابة ملائمة للنموذجين اللوجستيّين: الأُحادي المَعْلَمَة (*1PL*) والثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*) باستخدام برنامج التوليد (*WINGEN3*).

2) فَقْد (فقدان) القيم من الاستجابات المُولَّدَة وبنسب محددة (5%، 15%، 20%، 30%) باستخدام برنامج الرزمة الاحصائية للعلوم الاجتماعية (*SPSS*)، وكذلك برنامج الجداول الحسابية (*EXCEL*).

3) تعويض القيم المفقودة بطريقتي التعويض: طريقة تعظيم التوقعات (*EM*)، وطريقة حساب القيم التعويضية المُتعددة (*MI*) باستخدام برنامج الرزمة الاحصائية للعلوم الاجتماعية (*SPSS*).

4) تقدير معالم الفقرات والأخطاء المعيارية لها وقُدرات الأفراد والأخطاء المعيارية لها باستخدام برنامج التحليل (*BILOG-MG3*)، وعملية التقدير تمر بأربع مراحل مُتسلسلة هي:

أ) في المرحلة الأولى يتم التحقق من افتراض أُحاديّة البُعد لفقرات الاختبار بحساب معامل الارتباط بوينت-بايسيريال، ليصار إلى حذف الفقرات التي معاملها أقل من 0.20، ليتم بعد ذلك اجراء التحليل العاملي على الفقرات المتبقية للتأكد من أُحاديّة البُعد بحساب قيمة ناتج قسمة الجذر الكامن

للعامل الأول على الجذر الكامن للعامل الثاني، وان هذه القيمة أكبر من 2 (Hattie, 1985)، وكل ذلك يتم من خلال برنامج (***SPSS***).

ب) في المرحلة الثانية يتم تحليل البيانات باستخدام برنامج التحليل (***BILOG-MG3***)، بحيث يتم التأكد من مطابقة الأفـراد Person-Fit للنمـوذجين اللوجستيّين: الأُحادي المَعلَمَة والثُنائي المَعلَمَة، وحذف جميع الأفراد الذين تقل القيمة الاحتمالية لقُدرتهم عن (0.01).

ت) في المرحلة الثالثة وبعد عملية حذف الأفراد غير المطابقين، يعاد تحليـل البيانات باستخدام برنامج التحليل (***BILOG-MG3***)، بحيث يتم التأكد من مطابقة الفقرات Item-Fit للنموذجين اللوجـستيّين: الأُحـادي المَعلَمَـة والثُنائي المَعلَمَة، وحذف جميع الفقرات التي تقل القيمة الاحتمالية لها عن (0.01).

ث) في المرحلة الرابعة والأخيرة يعاد تحليل البيانات باستخدام برنامج التحليل (***BILOG-MG3***)، بحيث يتم تقدير معـالم الفقـرات ومَعلَمَـة قُـدرات الأفراد.

5) باستخدام برنامج (***SPSS***)، تتم مُقارنة الأخطاء المعيارية لمعـالم الفقـرات والأخطاء المعيارية لمَعلَمَة قُدرات الأفراد باختلاف مُتغيري: نسبة الفقد فـي البيانات (5%، 15%، 20%، 30%) وطريقة معالجتهـا (طريقـة تعظـيم التوقعات (***EM***)، وطريقة حساب القيم التعويضية المُتعددة (***MI***)).

وقد تم في هذا الفصل توضيح كيفية اختيار القيم الحقيقية لمعـالم القُـدرة، ومعـالم الفقرات، وكيفية توليد استجابات المُستجيبين على هذه الفقرات، كما يتناول هذا الفصل الطريقة

المُستخدمة في التحقق من أُحاديّة البُعد للبيانات، وكذلك وصفاً للنموذج الإحصائي المُتَّبع، ووصفاً للمعالجات الإحصائية التي استُخدمت للإجابة عن أسئلة الدراسة. وفيما يلي عرضٌ مفصّل لتسلسل الإجراءات والخطوات التي تم اتباعها للإجابة عن أسئلة الدراسة:

أولاً: التعريف بالبيانات المُولَّدَة وميزاتها

يعود تاريخ المحاكاة Simulation القائمة على البيانات المُولَّدَة إلى الأربعينات من القرن الماضي، حيث قام فريق من العاملين في مشروع القنبلة الذرية Manhattan Project بتطوير هذه الطريقة، حيث استخدموا المحاكاة Simulation والاختيار العشوائي Random Sampling لنمذجة العمليات الفيزيائية، وتقريب للتكاملات المُعتلة، وتكرار للتصاميم التجريبية. واستخدمت هذه الطريقة في الأدب السيكومتري منذ أوائل الستينات من القرن الماضي (Davey, Nering & Thompson, 1997).

وتقوم الدراسة الحالية على بيانات مُوَلَّدة (دراسة محاكاة)، حيث ذكر دافي ونيرنج وثومبسون (Davey, Nering & Thompson, 1997) عدة خصائص للبيانات المُولَّدَة منها: انها تساعد في السيطرة على الظروف التي يتم فيها تطبيق فقرات الاختبارات عند جميع مستويات القُدرة للأفراد، بحيث تكون صعوبة الفقرات مُوزعة بشكل مناسب على متصل الصعوبة، وذلك لتوفير فقرات مناسبة عند كل مستوى من مستويات القُدرة. كما أن البيانات المُولَّدَة تساعد في عملية فَقْد الاستجابات للأفراد وهذا يصعب توافره في الدراسات الواقعية لأن المُستجيبين يقومون بالاستجابة على جميع الفقرات حتى لو لم يكونوا متأكدين من الإجابة الصحيحة لأيٍّ من هذه الفقرات. كما توفر البيانات المُولَّدَة ظروف معيارية يصعب الحصول عليها في حال استخدام البيانات الواقعية، من توزيع مناسب لقُدرات المُستجيبين، وتوزيعات

مناسبةٍ لمعالم الفقرات المُستخدمة في الدراسة، وفَقْدٍ في الاستجابات بِنِسَبٍ معينةٍ تحددها متطلبات الدراسة.

ثانياً: التعريف بالبرامج المستخدمة في توليد البيانات وتحليلها ومعالجتها

1- برنامج التوليد (*WINGEN3*)

لقد تم توليد البيانات في هذه الدراسة باستخدام برنامج التوليد (***WINGEN3***)، لما يمتاز به من إمكانات متعددة في توليد البيانات، ويمكن ايجاز اهم مميزاته على النحو الاتي:

1) امكانية توليد القيم الحقيقية لمَعالم القُدرة للأفراد (*θ*)، وكذلك لمعالم الفقرات (مَعْلَمَة التمييز (*a*)، مَعْلَمَة الصعوبة (*b*)، مَعْلَمَة التخمين (*c*)).
2) امكانية توليد بيانات أُحاديّة البُعد Unidimensional، ومتعددة الأبعاد Multidimensional.
3) امكانية توليد فقرات بالاعتماد على معالم القُدرة، وتوليد معالم القُدرة بالاعتماد على معالم الفقرات.
4) امكانية اختيار عدد المُستجيبين، ونوع التوزيع الملائم لِمَعالم القُدرة (طبيعي Normal، بيتا Beta، منتظم Uniform)، وتحديد عدد الفقرات اللازمة، وعدد الاستجابات، ونوع النموذج (أُحادي المَعْلَمَة (*1PL*)، ثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*)، ثلاثي المَعْلَمَة (*3PL*)، لامعلمي Non-Parametric).
5) امكانية تحديد شكل التوزيع لمعالم الفقرات، فلمَعْلَمَة التمييز (*a*) يتوفر ثلاثة أشكال هي: طبيعي Normal، اللوغاريتم الطبيعي Lognormal، منتظم Uniform. ولمَعْلَمَة الصعوبة (*b*) والتخمين (*c*) يتوفر ثلاثة أشكال هي: طبيعي Normal، بيتا Beta، منتظم Uniform.

6) امكانية توليد الاستجابات بالاعتماد على معالم القُدرة ومعالم الفقرات، وتخزين ملفات تتضمن قيم القُدرات، ومعالم الفقرات، واستجابات المُستجيبين، ومعـاملات ارتبـاط الفقرات بالاختبار.

2- برنامج التحليل (SPSS Version 17)

تم استخدام هذا البرنامج في الدراسة الحالية للتأكد من التوزيع الطبيعـي Normal Distribution للبيانات المُولَّدَة، وكذلك التحقق من افتراض أُحاديّة البُعد للبيانـات مـن خلال إجراء التحليل العاملي Factor Analysis، كما تم استخدام هذا البرنامج في عملية فَقْـد (فَضْم) الاستجابات على الفقرات بنسب تمَّ تحديدها بمقدار (5%، 15%، 20%، 30%)، وتعويضها بطريقتي: تعظيم التوقعات (*EM*)، وحساب القيم التعويضية المُتعددة (*MI*)، وأخيراً استخدم في تحليل البيانات واستخراج النتائج.

3- برنامج التحليل (BILOG – MG3)

وقد استُخدم هذا البرنامج في تقدير معالم الفقرات وكذلك معالم القُدرات للأفراد وذلك بعد توليد البيانات، كما استُخدم هذا البرنامج في تحليل بيانات الاختبار الذي تم توليده والـذي يحتوي على فقرات ثُنائية (0, 1). وتتضمن عملية التحليل باستخدام هذا البرنامج ثلاث مراحل Phases، حيث يتم في المرحلة الأولى تقدير معالم الفقرات من صعوبة وتمييز، وفي المرحلة الثانية فيتم تحديد الفقرات المُطابِقة للنموذج المُستَخدَم Item-Fit، أما في المرحلة الثالثة فيـتم تقدير قُدرات الأفراد ومعالم الفقرات حسب النموذج المُستخدَم في التحليل وهو في هذه الدراسة النموذج الأُحادي المَعْلَمَة (*1PL*) والثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*).

4- برنامج الجداول الحسابية (*EXCEL*)

تم استخدام هذا البرنامج لتحويل البيانات من بيانات مفرودة على شكل صفوف وأعمدة (Data)، إلى بيانات في عمود واحد، وذلك تمهيداً لإجراء عملية الفَقْد (القضم) لاستجابات المُستجيبين التي تم توليدها باستخدام برنامج التوليد، وذلك لتعذُّر إجراء هذه العملية بواسطة برنامج (*SPSS*)، لكونه لا يتضمن مثل هذه العملية.

ثالثاً: إجراءات التوليد Generation Procedures :

تم توليد البيانات وفقاً لنموذج استجابة الفقرة الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة باستخدام برنامج التوليد *WINGEN3*، وفق تسلسل الخطوات الاتية:

الخطوة الأولى: توليد القُدرات Abilities Generation

باستخدام برنامج التوليد WINGEN3 تم توليد قُدرات 1400 فرد (مُستجيب) موزعه توزيعاً طبيعياً $\theta \sim N$ (0، 1) بمتوسط حسابي مقداره (صفر) وانحراف معياري مقداره (واحد) لنموذجي الاختبار: الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة.

وللتحقق من أن القُدرة تتوزع توزيعاً طبيعياً بمتوسط حسابي (صفر) وانحراف معياري (واحد) لنموذجي الاختبار: الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة، تمَّ تطبيق اختبار كولمجروف - سميرنوف Kolmogorov-Smirnov، بوساطة برنامج التحليل (*SPSS*)، ويبين الجدول (1) ملخصاً لنتائج هذا الاختبار.

الجدول (1): الاحصاءات الوصفية واختبار كولمجروف - سميرنوف (Kolmogorov-Smirnov) لقُدرات الأفراد المُولّدَة لنموذجي الاختبار: الأحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة

الاحصائي الوصفي	القيمة: النموذج اللوجستيّ الأحادي المَعْلَمَة	القيمة: النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة
العدد	1400	1400
القيمة الصُغرى	-3.22	-3.64
القيمة العُظمى	3.73	3.19
المتوسط الحسابي	0.0039	0.0042
الانحراف المعياري	1.0066	0.9804
القيمة المحسوبة لاختبار (Kolmogorov-Smirnov)	.538	.578
الدلالة الاحصائية	.934	.892

يلاحظ من الجدول (1) ان قيمة اختبـــار كـــولمجروف - ســـميرنوف (Kolmogorov-Smirnov) لنموذج الاختبار: الأحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة بَلَغتَا (0.538، 0.578) على الترتيب، وبدلالة احصائية (0.934، 0.892) على الترتيب، وهما أكبر من مستوى الدلالـــة الاحصائية ($\alpha = 0.05$)، مما يدل على ان القُدرة مُوزعة توزيعاً طبيعياً بمتوســـط حـــسابي يساوي (صفر)، وانحراف معياري يساوي (واحد)، ولتأكيد ذلك تم تمثيل قُدرات الأفراد بيانياً (انظر الملحق أ).

الخطوة الثانية: توليد معالم الفقرات: Items Generation

تمّ توليد معالم فقرات اختبار مكون من (100) فقرة ثُنائية الاستجابة Dichotomous، بحيث تكون هذه الفقرات مناسِبة للنموذجين اللوجستيّين الأُحادي والثُنائي المَعْلَمَة، وكانت معالم التمييز للفقرات تتراوح بين (0.1) و(2.0) بتوزيع منتظم $a \sim U$ (0.1 , 2)، ومعالم الصعوبة للفقرات بين (-2.50) و(2.50) بتوزيع منتظم $b \sim U$ (-2.5 – 2.5). ويبين الجدول (2) ملخصاً للإحصاءات الوصفية لمعالم فقرات الاختبار المُولّد للنموذجين الأُحادي والثُنائي المَعْلَمَة.

الجدول (2): الإحصاءات الوصفية لمعالم فقرات الاختبار المُولَّد للنموذجين الأُحادي والثُنائي المَعْلَمَة

الاحصائي الوصفي	القيمة في النموذج اللوجستيّ		
	الأُحادي المَعْلَمَة	الثُنائي المَعْلَمَة	
	مَعْلَمَة الصعوبة *b*	مَعْلَمَة التمييز *a*	مَعْلَمَة الصعوبة *b*
القيمة الصُغرى	-2.47	.10	-2.48
القيمة العُظمى	2.44	1.99	2.49
المتوسط الحسابي	-.03	1.06	.23
الانحراف المعياري	1.46	.54	1.51

الخطوة الثالثة: توليد الاستجابات: Responses Generation

تم توليد استجابات 1400 فرد على 100 فقرة اختبار وللنموذجين اللوجستيّين الأُحادي والثُنائي المَعْلَمَة، بعد أن تمّ توليد قُدرات الأفراد المُستجيبين، وكذلك معالم فقرات الاختبار، وذلك باستخدام برنامج التوليد (*WINGEN3*)، ليتم حفظ هذه الاستجابات في ملفين منفصلين، الملف الأول يحتوي على استجابات 1400 فرد على 100 فقرة ملائمة للنموذج اللوجستيّ الأُحادي المَعْلَمَة، والملف الثاني يحتوي على استجابات 1400 فرد على 100 فقرة ملائمة للنموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة.

الخطوة الرابعة: فَقْد القيم

تم استخدام برنامج التحليل (*SPSS*)، وبرنامج الجداول الحسابية (*EXCEL*)، في عملية فَقْد (قضم) الاستجابات وبنسبة فَقْد (5%، 15%، 20%، 30%). وبعد إجراء هذه العملية تمّ إعداد الملفات التي تحتوي على القيم المفقودة، ليُصار إلى معالجتها بواسطة طريقتي معالجة القيم المفقودة (*EM, MI*) التي تُشكل أحد مُتغيرات هذه الدراسة وذلك باستخدام برنامج التحليل (*SPSS*)، حيث يتوفر خيار Missing Value analysis، ويتم اختيار طريقة تعظيم

التوقعات من بين مجموعة الطرق المُتوفرة في هذا البرنامج، ثم يتم استبدال القـيم المفقـودة بواحدة من الاستجابتين (0) أو (1)، ليتحول كل ملف إلى مصفوفة كاملة دون وجود أيٍّ من القيم المفقودة، ويتم حفظ هذا الملف بواسطة برنامج (***SPSS***) وبذلك يكون هـذا الملـف قـد أصبح جاهزاً ليتم قراءته بواسطة برنامج (***BILOG-MG3***) في مرحلة لاحقة.

كما يتوافر في برنامج التحليل (***SPSS***) أمر Multiple Imputation، يتفرع منه الأمر الفرعي Impute Missing Data Value، وبحسب هذه الطريقة يقوم البرنامج باستبدال القيم المفقودة بواحدة من الاستجابتين (0) أو (1)، وذلك بعد أن يقوم البرنامج بتكرار عملية التعويض أو الاستبدال (5) مرات (Iterations) لكل قيمة من القيم المفقودة في الملف. وبعدها يصبح الملف جاهزاً ليتم التعامل معه بواسطة برنامج التحليل (***BILOG-MG3***) في المرحلة اللاحقة. وبذلك يتوفر ثمانية ملفات بمسميات (***EM5, EM15, EM20, EM30,*** ***MI5, MI15, MI20, MI30***)، بحيث يدل الرمز (***EM5***) على ملف يحتوي على استجابات فقرات اختبار ثُنائية الاستجابة نسبة الفقد فيها 5%، ليتم معالجة القيم المفقودة بطريقة تعظيم التوقعات (***EM***).

الخطوة الخامسة: التحقق من افتراضات نظرية استجابة الفقرة

وقد تحقق الباحث من الافتراضات التي تتطلبها نظرية استجابة الفقرة فـي طريقتـي معالجة القيم المفقودة (***EM, MI***) كما يلي:

1) افتراض أُحاديّة البُعد Unidimensionality

تم استخدام برنامج التحليل (***SPSS***) لإجراء التحليل العاملي على فقرات الاختبار في جميع الملفات السابقة، والتي تتضمن فقرات الاختبار بعد أن تمّت معالجة القيم المفقودة فيـه بطريقتي معالجة القيم المفقودة (***EM, MI***)؛ طريقة تعظيم التوقعات (***EM***)، وطريقة حـساب

القيم التعويضية المتعدّدة (*MI*)، وذلك للتحقق من أنها تقيس بُعداً واحداً فقط، وتم التأكد من ذلك بعدة مؤشرات هي:

- **حساب معامل الارتباط بوينت- بايسيريال:**

وهو معامل يتم حسابه بين الأداء على الفقرة والأداء على الاختبار الكلي بعد حذف الفقرة Corrected Item Total Correlation؛ وذلك ضمن افتراض بأن الإرتباطات المرتفعة والتي تزيد عن (0.20) تُعَدُّ مُؤشراً على أُحاديّة البُعد (Hattie, 1985). وتم حساب معاملات الارتباط (بوينت- بايسيريال) للفقرات الموجودة في جميع الملفات التي سبق ذكرها (انظر الملحق ب)، وقد أفرزت نتيجة التحليل توافر افتراض أُحاديّة البُعد. وذلك لكون برنامج التحليل (*BILOG-MG3*) لا يتعامل إلا مع الفقرات التي تقيس بُعداً واحداً فقط، حيث لم تكن هناك أي فقرة معامل الارتباط بوينت- بايسيريال لها أقل من 0.20 ولجميع الملفات الثمانية السابقة الذكر.

- **حساب معاملات ثبات الإتساق الداخلي**

تم تقدير معاملات الثبات باستخدام معادلة (كرونباخ ألفا α) على فقرات الإختبار لكل ملف من الملفات الثمانية باعتباره مُؤشراً آخر على أُحاديّة البُعد، وفقاً لما أشار إليه هيت (Hattie, 1985)، حيث اعتبره أكثر مؤشرات أُحاديّة البُعد استخداماً. فمعامل كرونباخ ألفا عبارة عن الحد الأدنى لنسبة تباين الإختبار والذي يُعزى للعوامل المُشتركة بين الفقرات. ووجود قيمة عالية لهذا المعامل يدل على وجود عامل مشترك، ويتضح من الجدول (3) بأن جميع قيم معاملات كرونباخ ألفا عالية، وهذا يُعدُّ مؤشّراً آخراً على أُحاديّة البُعد للبيانات في جميع الملفات.

الجدول (3): معاملات الثبات باستخدام معادلة (كرونباخ ألفا α) لكل ملف من الملفات الثمانية

رمز الملف	معاملات الثبات	
	النموذج الأحادي المَعْلَمَة	النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة
EM5	0.94	0.95
EM15	0.92	0.93
EM20	0.91	0.93
EM30	0.90	0.91
MI5	0.94	0.94
MI15	0.93	0.94
MI20	0.93	0.93
MI30	0.92	0.93

- **مؤشرات تعتمد على أسلوب التحليل العاملي (Factor Analysis)**

تم استخدام التحليل العاملي Factor Analysis، باستخدام أسلوب المُكوِّنات الأساسية Principal Component Analysis، وذلك للاستجابات على فقرات الإختبار لجميع الملفات الثمانية. وقد تم إيجاد قيم الجذور الكامنة Eigenvalues، ونسب التباين المُفسَّر لكل عامل من العوامل، وجرى التدوير بطريقة التدوير المتعامد Varimax-Rotation، للعوامل التي كانت قيمة الجذر الكامن لها أكبر من (واحد). وتُعد فقرات الاختبار – التي قيم الجذر الكامن لها أكبر من (واحد)– أُحاديّة البُعد إذا كان ناتج قسمة الجذر الكامن للعامل الأول على الجذر الكامن للعامل الثاني كبيرة وتزيد عن (2) (Hattie, 1985)، ويبين الجدول (4) نتائج ناتج قسمة الجذر الكامن للعامل الأول على الجذر الكامن للعامل الثاني باختلاف نسبة الفقد وطريقة معالجتها لنموذج استجابة الفقرة أحادي المَعْلَمَة.

الجدول (4): ناتج قسمة الجذر الكامن (Eigenvalue) للعامل الأول على الجذر الكامن للعامل الثاني باختلاف نسبة الفقد وطريقة معالجتها لنموذج استجابة الفقرة أحادي المَعْلَمَة

العامل	EM				MI			
	5%	15%	20%	30%	5%	15%	20%	30%
العامل الأول	8.73	7.68	6.55	6.48	8.98	8.28	8.13	7.68
العامل الثاني	1.35	1.35	1.36	1.37	1.33	1.31	1.32	1.35
ناتج القسمة	**6.46**	**5.69**	**4.81**	**4.74**	**6.76**	**6.32**	**6.16**	**5.71**

يتبين من الجدول (4) ان جميع قيم ناتج قسمة الجذر الكامن Eigenvalue للعامل الأول على الجذر الكامن للعامل الثاني أكبر من (2) مما يدل على أُحاديّة البُعد للاختبار. كما تم رسم توضيحي (Scree Plot) للجذور الكامنة التي قيمتها واحد فأكثر (انظر الملحق ج)، والتي تبين وجود عامل واحد طاغٍ (سائد).

كما تم حساب ناتج قسمة الجذر الكامن للعامل الأول على الجذر الكامن للعامل الثاني باختلاف نسبة الفقد وطريقة معالجتها لنموذج استجابة الفقرة ثُنائي المَعْلَمَة. ويبين الجدول (5) ذلك.

الجدول (5): ناتج قسمة الجذر الكامن (Eigenvalue) للعامل الأول على الجذر الكامن للعامل الثاني باختلاف نسبة الفقد وطريقة معالجتها لنموذج استجابة الفقرة ثُنائي المَعْلَمَة

العامل	EM				MI			
	5%	15%	20%	30%	5%	15%	20%	30%
العامل الأول	11.44	9.83	9.11	7.75	11.28	11.28	9.54	8.83
العامل الثاني	2.58	2.14	2.02	1.84	2.36	2.36	1.61	1.49
ناتج القسمة	4.43	4.6	4.51	4.22	4.77	4.77	5.93	5.92

يتبين من الجدول (5) ان جميع قيم ناتج قسمة الجذر الكامن Eigenvalue للعامل الأول على الجذر الكامن للعامل الثاني أكبر من (2) مما يدل على أُحاديّة البُعد للاختبار. كما تم رسم

توضيحي Scree Plot للجذور الكامنة التي قيمتها واحد فأكثر (انظر الملحق د)، والتي تبين وجود عامل واحد طاغٍ (سائد).

2) افتراض الاستقلال الموضعي: Local Independence

أكد هاملتون وروجـــرز (Hambelton & Rogers, 1995) علـــى أن افتـــراض الاستقلال الموضعي يُعَدُّ مكافئاً لافتراض أُحاديّة البُعد، حيـــث اعتبـــرا هـــذين الافتراضـــين متلازمين، بمعنى أنه إذا تحقق الافتراض الأول، فإن الافتراض الثاني يتحقق أيضاً. ولذلك فقد اكتفى الباحث بالتحقق من افتراض أُحاديّة البُعد، للإشارة إلى تحقـــق افتـــراض الاســـتقلال الموضعي.

الخطوة السادسة: مطابقة الأفراد والفقرات للنموذج الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة

تُعدُّ عملية المطابقة خطوةً مهمة؛ لأنَّ ميزات نماذج نظرية استجابة الفقرة والمتعلقـــة بتفسير النتائج تتحقق بشكلٍ كبيرٍ، عندما يتوفر حُسْن المُطابَقة بين البيانات والنموذج المُستخدَم في التحليل. وقد تمَّ استخدام برنامج (*BILOG-MG3*) للتأكد من مطابقة الأفـــراد Person-Fit، ومطابقة الفقرات Item-Fit للنموذج الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة باستخدام اختبار (χ^2) عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.01$). وقد أظهرت نتائج التحليل عدم مطابقـــة اســـتجابات مجموعة من المُستجيبين للنموذج الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة (انظر الملحق هـــ)، حيث كانت القيم الاحتمالية لكل واحدٍ منهم أقل من (0.01)، لذا تمَّ حذف اســـتجاباتهم مـــن ملـــف البيانات، ليصبح عدد الأفراد المُطابقين للنموذج الأُحادي المَعْلَمَة 1254 فرد في جميع الملفات الثمانية، و 1365 فرد في جميع الملفات الثمانية للنموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة.

وفيما يتعلق بفحص مُطابَقة الفقرات للنموذج المُستخدَم، فقد أُعيد التحليـــل باســـتخدام برنامج (*BILOG-MG3*)، بعد حذف استجابات الأشخاص غير المُطابِقة للنموذج وبناءً على

مؤشر (χ^2) عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.01$)، حيث أظهرت نتائج التحليل عدم مطابقة مجموعة من فقرات الاختبار للنماذج الأُحادي والثُنائي المَعْلَمَة (انظر الملحق و)، ليصبح الاختبار مكون من 67 فقرة في جميع الملفات الثمانية للنموذج اللوجستيّ الأُحادي المَعْلَمَة، و 77 فقرة في جميع الملفات الثمانية للنموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة.

الخطوة السابعة: تقدير مَعالِم فقرات الاختبار وقُدرات الأفراد في كل نموذج

قام الباحث بإعداد نسخ من كل ملف من الملفات السابقة والمتعلقة بطرق التعامل مع القيم المفقودة باختلاف نسبة الفقد في البيانات، وذلك تمهيداً لاستخدام برنامج (***BILOG-MG3***) لتقدير معالم الفقرات، وقُدرات الأفراد على البيانات الواردة في جميع الملفات، ولتطبيق طريقة تقدير القُدرة وهي طريقة الأرجحية العظمى Maximum Likelihood (***ML***). لينتج ثمانية ملفات جديدة ولكل نموذج هي: (***EM5, EM15, EM20, EM30, MI5, MI15, MI20, MI30***).

الخطوة الثامنة: إعادة التحليل بواسطة برنامج (BILOG-MG3).

تمت عملية اعادة التحليل بواسطة برنامج (***BILOG-MG3***) لإيجاد معالم فقرات الاختبار، ومَعْلَمَة قُدرات الأفراد، والأخطاء المعيارية لكلٍ منها، ولكلا النموذجين اللوجستيّين الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة، وكذلك قيم دالة معلومات الاختبار عند قيم محددة. ويبين المُلحقين (ز، ح) دالة معلومات الإختبار باختلاف نسبة الفقد وطريقة معالجتها في نموذج استجابة الفقرة الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة، كما يبين المُلحقين (ط، ي) (Matrix Plot) لمنحنى خصائص الفقرة باختلاف نسبة الفقد وطريقة معالجتها في نموذج استجابة الفقرة الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة.

الخطوة التاسعة: تجميع البيانات وتنظيمها في ملفات منفصلة.

إعداد ثلاثة ملفات على برنامج (***SPSS***)، بحيث يتضمن الملف الأول الأخطاء المعيارية لمعالم صعوبة فقرات الاختبار للنموذج الأُحادي المَعلَمَة وهي: (***b1EM5, b1EM15, b1EM20, b1EM30, b1MI5, b1MI15, b1MI20, b1MI30***)، ليتم المُقارنة فيما بينها. والملف الثاني يتضمن الأخطاء المعيارية لمعالم صعوبة فقرات الاختبار للنموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعلَمَة وهي: (***b2EM5, b2EM15, b2EM20, b2EM30, b2MI5, b2MI15, b2MI20, b2MI30***)، ليتم المُقارنة فيما بينها. أما الملف الثالث فيتضمن الأخطاء المعيارية لمعالم تمييز فقرات الاختبار للنموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعلَمَة وهي: (***a2EM5, a2EM15, a2EM20, a2EM30, a2MI5, a2MI15, a2MI20, a2MI30***)، ليتم المُقارنة فيما بينها.

الخطوة العاشرة: إجراء تحليل التباين الثُنائي للقياسات المتكررة على عاملين

إجراء تحليل التباين الثُنائي للقياسات المتكررة على عاملين (طريقة المعالجة للقيم المفقودة، نسبة الفقد)، على كلٍ من الأخطاء المعيارية لمعالم الفقرات، والأخطاء المعيارية لمعالم القُدرات، باستخدام التصميم (2×4) والذي يدل على طريقتين في المعالجة (***EM, MI***)، واربع نسب للفقد (5%، 15%، 20%، 30%)، وذلك باستخدام برنامج التحليل (***SPSS***).

رابعاً: مُتغيرات الدراسة:

اشتملت الدراسة على المُتغيرات المستقلة والتابعة الآتية:

أ): المُتغيرات المستقلة:

1- طريقة التعويض للقيم المفقودة ولها فئتين هما: ***MI , EM***.

2- نسبة الفقد في البيانات ولها أربعة مستويات هي: 5%، 15%، 20%، 30%.

ب): المُتغيرات التابعة

1- الأخطاء المعيارية لتقديرات معاملات التميز.

2- الأخطاء المعيارية لتقديرات معاملات الصعوبة.

3- الأخطاء المعيارية لتقدير قُدرات الأفراد.

خامساً: المعالجات الإحصائية

تم استخدام المعالجات الإحصائية الآتية بغرض الإجابة عن أسئلة الدراسة.

1. تقدير معالم الفقرات وإيجاد الأخطاء المعيارية في تقديرها

تم حساب الأخطاء المعيارية في تقدير معالم الفقرات (التمييز، الصعوبة) في كل طريقة من طرق معالجة القيم المفقودة، وذلك باستخدام برنامج (***BILOG-MG3***) وللنموذجين اللوجستيّين الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة. وللتأكد من دقة تقدير معالم الفقرات في الطرق تم إيجاد المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية، ثم إجراء تحليل التباين الثُنائي ذو القياسات المتكررة على عاملين، وذلك لحساب الدلالة الإحصائية للفروق على الأخطاء المعيارية لتقدير معالم الفقرات، بين طرق المعالجة للقيم المفقودة ونسبة الفقد والتفاعل بينهما.

ولإيجاد لصالح من الفروق – الدالة احصائياً – في الاخطاء المعيارية لمعالم الصعوبة ولمعالم التمييز تبعاً لمُتغير نسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%)، تم استخدام اختبار بونفيروني Bonferroni للمقارنات البعدية، الذي يقارن المتوسطات الحسابية المُقَدرة للأخطاء المعيارية لمعالم الصعوبة ولمعالم التمييز باختلاف نسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%).

2. تقدير قُدرات الأفراد (θ) وإيجاد الأخطاء المعيارية في تقديرها

تمَّ إيجاد الأخطاء المعيارية في تقدير معالم القُدرة لكل فرد في عيّنة الدراسة، وذلك للملفات الثمانية السابقة، أي لكل طريقة من طرق المعالجة، وكل نسبة من نسب الفقد وللنموذجين اللوجستيّين الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة، وذلك باستخدام برنامج التحليل (*BILOG-MG3*). وللتأكد من دقة التقديرات لقُدرات الأفراد، تمَّ إيجاد المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية، وإجراء تحليل التباين الثُنائي ذي القياسات المتكررة على عاملين، وذلك لحساب الدلالة الإحصائية للفروق على الأخطاء المعيارية لتقديرات قُدرات الأفراد بين طرق المعالجة ونسبة الفقد والتفاعل بينهما.

ولإيجاد لصالح من الفروق – الدالة احصائياً – في الاخطاء المعيارية لمَعْلَمَة قُدرات الأفراد تبعاً لمُتغير نسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%)، تم استخدام اختبار بونفيروني Bonferroni للمقارنات البعدية، الذي يقارن المتوسطات الحسابية المُقدرة للأخطاء المعيارية لمَعْلَمَة قُدرات الأفراد باختلاف نسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%).

الفصل الرابع

نتائج الدراسة ومناقشتها

يتضمن هذا الفصل عرضاً للنتائج التي تمَّ التوصل إليها من خلال هذه الدراسة، والتي هدفت إلى فحص أثر نسبة القيم المفقودة في البيانات وطريقة تعويضها على دقَّة تقدير معالم الفقرات وقُدرات الأفراد باستخدام بيانات مُولَّدة؛ بالإضافة لمناقشة هذه النتائج، وتفسيرها، وقد تم عرض هذه النتائج بحسب أسئلة الدراسة ومُتغيراتها وفق منهجية منظمة تقوم على عرض السؤال ثم الفرضيات المنبثقة منه ثم نوع الإحصائي المناسب، يلي ذلك جدولة البيانات ثم التعليق عليها بصورة موجزة.

النتائج المتعلقة بالسؤال الأول الذي ينص على: " هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة الإحصائية (α =0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات، تُعزى لنسبة الفقد في البيانات (5%، 15%، 20%، 30%)، وطريقة معالجتها (*EM, MI*)، والتفاعل بينهما؟ ".

للإجابة عن السؤال الأول، تم حساب المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات معلمة صعوبة الفقرة لنموذجي استجابة الفقرة (الأُحادي والثُنائي المَعْلَمَة)، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها. وفيما يلي عرض لذلك:

أ) فيما يتعلق بالأخطاء المعيارية لتقدير مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج الأُحادي المَعْلَمَة:

تم حساب المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات معلمة صعوبة الفقرة في النموذج اللوجستيّ الأُحادي المَعْلَمَة، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها، والجدول (6) يبين ذلك.

الجدول (6): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج اللوجستيّ الأُحادي المَعْلَمَة، وفقاً لمُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها

طريقة المعالجة	نسبة الفقد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
EM	%5	0.0844	0.0124
	%15	0.0979	0.0170
	%20	0.1026	0.0197
	%30	0.1189	0.0269
	الكلي	**0.1009**	**0.0231**
MI	%5	0.0796	0.0095
	%15	0.0835	0.0072
	%20	0.0845	0.0058
	%30	0.0872	0.0044
	الكلي	**0.0837**	**0.0075**

يُلاحظ من بيانات الجدول (6) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معلمة صعوبة الفقرة في النموذج اللوجستيّ الأُحادي المَعْلَمَة، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها. ولمعرفة الدلالة الإحصائية لتلك الفروق الظاهرية وفقاً لمُتغيري نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها والتفاعل بينهما؛ تم

استخدام التصميم العاملي للقياسات المتكررة على عاملين، (نسبة الفقد، وطريقة المعالجة للقيم المفقودة في البيانات)، وكما هو موضح في الجدول (7).

الجدول (7): نتائج تحليل التباين الثُنائي للقياسات المتكررة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج اللوجستيّ الأحادي المَعْلَمَة، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها، والتفاعل بينهما

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	الدلالة الإحصائية	الدلالة العملية
طريقة المعالجة	.0398	1	.0398	*167.9252*	*.000*	*.718*
الخطأ (طريقة المعالجة)	.0156	66	.0002			
نسبة الفقد	.0301	3	.0100	*86.8946*	*.001*	*.568*
الخطأ(نسبة الفقد)	.0229	198	.0001			
طريقة المعالجة×نسبة الفقد	.0125	3	.0042	*36.3176*	*.001*	*.355*
الخطأ(طريقة المعالجة×نسبة الفقد)	.0226	198	.0001			

وقد أظهرت نتائج التحليل المبينة في الجدول (7) ما يلي:

- وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج الأحادي المَعْلَمَة يُعزى لمُتغير طريقة المعالجة للقيم المفقودة (*EM, MI*)، حيث بلغت قيمة (ف = 167.9252) بدلالة إحصائية (0.000) وهي أقل من مستوى الدلالة الاحصائية (α = 0.05). ومن الجدول (6)، يتبين أن الفرق الدال احصائياً لصالح طريقة (*MI*)، بمتوسط حسابي (0.0837) مقابل متوسط حسابي (0.1009) لطريقة (*EM*). مما يدل على دقة تقدير طريقة التعويض للقيم المفقودة (*MI*) لمعامل صعوبة الفقرات. وهذا يتفق مع ما توصل إليه فينج (Finch, 2008) في دراسته على بيانات مولدة، والذي أشار إلى وجود اختلاف بين طريقة حساب القيم التعويضية المتعددة (*MI*) من جهة، وبقية الطرق من جهةٍ أخرى، ولصالح طريقة حساب القيم التعويضية المتعددة (*MI*). كما يختلف مع ما توصل إليه بني عواد (2010) في دراسته على

بيانات تجريبية، والذي أشار إلى وجود اختلاف بين طريقة حساب القيم التعويضية المتعددة (*MI*) من جهة، وبقية الطرق من جهة أخرى، ولصالح طريقة دالة استجابة الفقرة (*RF*). وكما يختلف مع ما توصل إليه الدرابسة (2012) في دراسته على بيانات مولدة، والذي أشار إلى عدم وجود اختلاف في تقدير مَعْلَمَة صعوبة الفقرة باختلاف طريقة التعويض للقيم المفقودة(*MI, EM, RF*).

– وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج الأحادي المَعْلَمَة يُعزى لمُتغير نسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%)، حيث بلغت قيمة (ف = 86.8946) بدلالة إحصائية (0.001). وهي أقل من مستوى الدلالة الاحصائية (α = 0.05). ولمعرفة لصالح من تلك الفروق الدالة احصائياً، تم استخدام اختبار بونفيروني Bonferroni للمقارنات البَعدية على المتوسطات الحسابية المُقدرة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج الأحادي المَعْلَمَة وحسب مُتغير نسبة الفقد، والجدول (8) يبين ذلك.

الجدول (8): نتائج اختبار بونفيروني للمقارنات البَعدية على المتوسطات الحسابية المُقدرة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج الأحادي المَعْلَمَة وحسب مُتغير نسبة الفقد

نسبة الفقد	المتوسط الحسابي	الفرق بين المتوسطين الحسابيين		
		%15	%20	%30
%5	0.0820	*-0.0087	*-0.0115	*-0.0210
%15	0.0907		-0.0028	*-0.0123
%20	0.0936			*-0.0095
%30	0.1031			

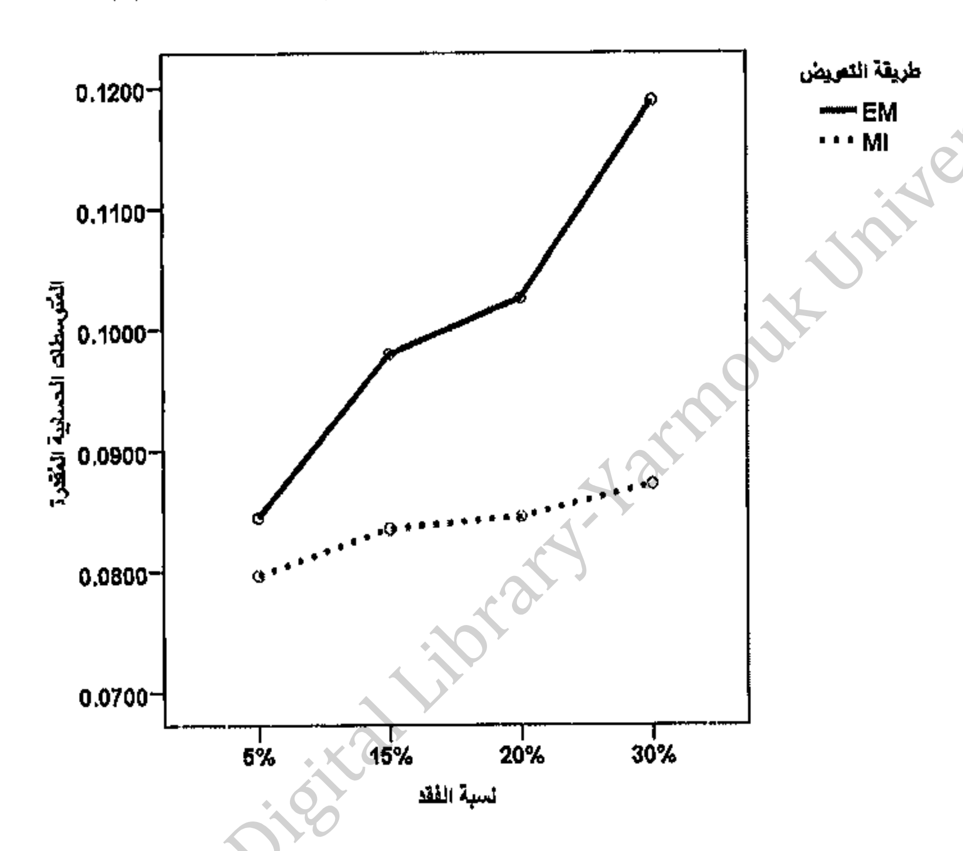
*ذات دلالة احصائية عند مستوى الدلالة الاحصائية (α = 0.05)

يتبين من الجدول (8) وجود فرق دال احصائياً بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات التي فيها نسبة الفقد (5%) مُقارنة بالبيانات التي

فيها نسبة الفقد (15%، 20%، 30%) ولصالح الأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات التي فيها نسبة الفقد (5%)، حيث كانت الاخطاء المعيارية لتقديرات صعوبة الفقرات التي فيها نسب فقد (5%) هي الاقل. ووجود فرق دال احصائياً بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات التي فيها نسبة الفقد (15%) مُقارنة بالبيانات التي فيها نسبة الفقد (30%) ولصالح الأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات التي فيها نسبة الفقد (15%)، حيث كانت الاخطاء المعيارية لتقديرات صعوبة الفقرات التي فيها نسب فقد (15%) هي الاقل. ووجود فرق دال احصائياً بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات التي فيها نسبة الفقد (20%) مُقارنة بالبيانات التي فيها نسبة الفقد (30%) ولصالح الأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات التي فيها نسبة الفقد (20%)، حيث كانت الاخطاء المعيارية لتقديرات صعوبة الفقرات التي فيها نسب فقد (20%) هي الاقل. ويعزو الباحث ذلك إلى أنه بزيادة نسبة الفقد في البيانات ومعالجتها بطريقتي التعويض (*EM, MI*) يزداد عدد التعويضات الخطأ – يزداد عدد الاستجابات (الخلايا) التي تبتعد فيها القيمة الظاهرية عن القيمة الحقيقية –؛ بمعنى تعويض القيمة (صفر) بالقيمة (واحد) أو العكس، الأمر الذي بدوره يعمل على زيادة الأخطاء المعيارية، مما يقلل من دقة تقدير معالم الصعوبة للفقرات

– وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج الأُحادي المَعْلَمَة تُعزى للتفاعل الثُنائي بين مُتغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة (*EM, MI*)، ونسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%)، حيث بلغت قيمة (ف = 36.3176) بدلالة إحصائية (0.001).

ولمعرفة لصالح من تلك الفروق الدالة احصائياً، تم تمثيل التفاعل بين طريقة المعالجة للقيم المفقودة (*EM, MI*)، ونسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%) بيانياً، والشكل (3) يبين ذلك.



الشكل (3): التمثيل البياني للتفاعل بين مُتغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، ونسبة الفقد للمتوسطات الحسابية المُقَدرة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج الأحادي المَعْلَمَة .

يتبين من الشكل (3) أفضلية طريقة (*MI*) في معالجة القيم المفقودة في البيانات في حال كانت فيها نسبة الفقد 5% أو 15% أو 20% أو 30%، بحيث لهذه الطريقة تزداد الأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات بزيادة نسبة الفقد. بمعنى بزيادة نسبة الفقد يزداد الفرق بين كفاءة الطريقتين.

ب) فيما يتعلق بالأخطاء المعيارية لتقدير مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النمـــوذج اللوجـــستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*):

تم حساب المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقـــديرات معالم صعوبة الفقرة في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*)، وحسب مُتغيـــري؛ نـــسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها، والجدول (9) يبين ذلك.

الجدول (9): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*)، وفقاً لمُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها

طريقة المعالجة	نسبة الفقد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
EM	%5	0.1625	0.1207
	%15	0.2000	0.1768
	%20	0.2010	0.1611
	%30	0.2364	0.1866
	الكلي	**0.2000**	**0.1648**
MI	%5	0.1753	0.1432
	%15	0.1916	0.1601
	%20	0.1898	0.1501
	%30	0.1803	0.1251
	الكلي	**0.1843**	**0.1533**

يُلاحظ من بيانات الجدول (9) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم صعوبة الفقرة في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*)، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها. ولمعرفة الدلالة الإحصائية لتلك الفروق الظاهرية وفقاً لمُتغيري نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها والتفاعل بينهما؛ تم استخدام التصميم العاملي للقياسات المتكررة على عاملين، (نسبة الفقد، وطريقة المعالجة للقيم المفقودة في البيانات)، وكما هو موضح في الجدول (10).

الجدول (10): نتائج تحليل التباين الثُنائي للقياسات المتكررة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*)، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها، والتفاعل بينهما

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	الدلالة الإحصائية	الدلالة العملية
طريقة المعالجة	.0381	1	.0381	1.7307	.192	.022
الخطأ (طريقة المعالجة)	1.6716	76	.0220			
نسبة الفقد	.1272	3	.0424	*11.1620*	*.001*	*.128*
الخطأ(نسبة الفقد)	.8661	228	.0038			
طريقة المعالجة × نسبة الفقد	.0969	3	.0323	*11.5796*	*.001*	*.132*
الخطأ(طريقة المعالجة × نسبة الفقد)	.6360	228	.0028			

وقد أظهرت نتائج التحليل المبينة في الجدول (10) ما يلي:

- عدم وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*) يُعزى لمُتغير طريقة المعالجة للقيم المفقودة (*EM, MI*)، حيث بلغت قيمة (ف = 1.7307) بدلالة إحصائية (0.192).

- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*) يُعزى لمُتغير نسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%)، حيث بلغت قيمة (ف = 11.1620) بدلالة إحصائية (0.001). وهي أقل من مستوى الدلالة الاحصائية (α = 0.05). ولمعرفة لصالح من تلك الفروق الدالة احصائياً، تم استخدام اختبار بونفيروني Bonferroni للمقارنات البَعدية على المتوسطات الحسابية المُقدرة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة

صعوبة الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*) وحسب مُتغير نسبة الفقد، والجدول (11) يبين ذلك.

الجدول (11): نتائج اختبار بونفيروني للمقارنات البَعدية على المتوسطات الحسابية المُقَدرة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*) وحسب مُتغير نسبة الفقد

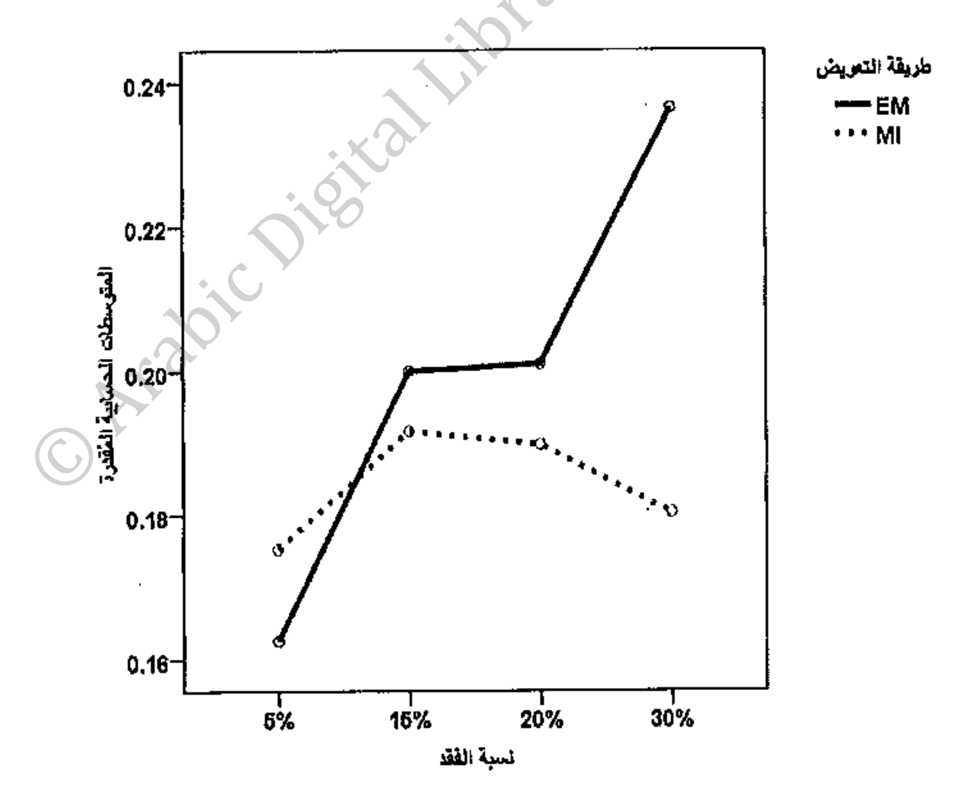
نسبة الفقد	المتوسط الحسابي	الفرق بين المتوسطين الحسابيين		
		%15	%20	%30
%5	.1689	*-0.0269	*-0.0265	*-0.0394
%15	.1958		0.0004	-0.0125
%20	.1954			-0.0130
%30	.2084			

*ذات دلالة احصائية عند مستوى الدلالة الاحصائية ($\alpha = 0.05$)

يتبين من الجدول (11) وجود فرق دال احصائياً بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات التي فيها نسبة الفقد (5%) مُقارنة بالبيانات التي فيها نسبة الفقد (15%، 20%، 30%) ولصالح الأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات التي فيها نسبة الفقد (5%)، حيث كانت الاخطاء المعيارية لتقديرات صعوبة الفقرات التي فيها نسب فقد (5%) هي الاقل. وهذا يتفق مع ما توصل إليه فينج (Finch, 2008) في دراسته على بيانات مولدة، والذي أشار إلى وجود اختلاف بين طريقة حساب القيم التعويضية المتعددة (*MI*) من جهة، وبقية الطرق من جهةٍ أخرى، ولصالح طريقة حساب القيم التعويضية المتعددة (*MI*). كما ويختلف مع ما توصل إليه بني عواد (2010) في دراسته على بيانات تجريبية، والذي أشار إلى عدم وجود اختلاف بين طريقة حساب القيم التعويضية المتعددة (*MI*) من جهة، وبقية الطرق من جهةٍ أخرى، وكما يتفق مع ما توصل إليه الدرابسة (2012) في دراسته على بيانات مولدة، والذي أشار إلى وجود

اختلاف في تقدير مَعْلَمَة تمييز الفقرة باختلاف طريقة التعويض للقيم المفقودة (*MI, EM, RF*) ولصالح طريقة (*MI*).

– وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*) تُعزى للتفاعل الثُنائي بين مُتغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة (*EM, MI*)، ونسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%)، حيث بلغت قيمة (ف = 11.5796) بدلالة إحصائية (0.001). وهي أقل من مستوى الدلالة الاحصائية (α = 0.05). ولمعرفة لصالح من تلك الفروق الدالة احصائياً، تم تمثيل التفاعل بين طريقة المعالجة للقيم المفقودة (*EM, MI*)، ونسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%) بيانياً، والشكل (4) يبين ذلك.



الشكل (4): التمثيل البياني للتفاعل بين مُتغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، ونسبة الفقد للمتوسطات الحسابية المُقَدرة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة صعوبة الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*).

يتبين من الشكل (4) أفضلية طريقة (*EM*) في معالجة القيم المفقودة في البيانات في حال كانت فيها نسبة الفقد 5%، وأفضلية طريقة (*MI*) في معالجة القيم المفقودة في البيانات في حال كانت فيها نسبة الفقد 15% أو 20% أو 30%.

النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني الذي ينص على: " هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة الإحصائية (α =0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة تمييز الفقرات، تُعزى لنسبة الفقد في البيانات (5%، 15%، 20%، 30%)، وطريقة معالجتها (*EM, MI*)، والتفاعل بينهما ؟".

للإجابة عن السؤال الثاني، تم حساب المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تمييز الفقرة لنموذج استجابة الفقرة الثُنائي المَعْلَمَة، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها. والجدول (12) يبين ذلك.

الجدول (12): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة تمييز الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*)، وفقاً لمُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها

طريقة المعالجة	نسبة الفقد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
EM	%5	.1302	.1054
	%15	.1431	.1446
	%20	.1448	.1392
	%30	.1593	.1702
	الكلي	**.1443**	**.1107**
MI	%5	.0738	.0107
	%15	.0791	.0136
	%20	.0829	.0171

يُلاحظ من بيانات الجدول (12) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات معالم تمييز الفقرة في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعلَمَة (*2PL*)، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها. ولمعرفة الدلالة الإحصائية لتلك الفروق الظاهرية وفقاً لمُتغيري نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها والتفاعل بينهما؛ تم استخدام التصميم العاملي للقياسات المتكررة على عاملين، (نسبة الفقد، وطريقة المعالجة للقيم المفقودة في البيانات)، وكما هو موضح في الجدول (13).

الجدول (13): نتائج تحليل التباين الثُنائي للقياسات المتكررة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة تمييز الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (2PL)، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها، والتفاعل بينهما

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	الدلالة الإحصائية	الدلالة العملية
طريقة المعالجة	.5781	1	.5781	***16.377***	***.001***	***.177***
الخطأ (طريقة المعالجة)	2.6826	76	.0353			
نسبة الفقد	.0531	3	.0177	***29.032***	***.001***	***.276***
الخطأ(نسبة الفقد)	.1389	228	.0006			
طريقة المعالجة × نسبة الفقد	.0014	3	.0005	1.164	.324	.015
الخطأ(طريقة المعالجة × نسبة الفقد)	.0885	228	.0004			

وقد أظهرت نتائج التحليل المبينة في الجدول (13) ما يلي:

- وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعلَمَة تمييز الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعلَمَة (*2PL*) يُعزى لمُتغير طريقة المعالجة للقيم المفقودة (*EM, MI*)، حيث بلغت قيمة (ف = 16.377) بدلالة إحصائية (0.001). وهي أقل من مستوى الدلالة الاحصائية (α = 0.05).

ومن الجدول (12)، يتبين أن الفرق الدال احصائياً لصالح طريقة (*MI*)، بمتوسط حسابي (0.0831) مقابل متوسط حسابي (0.1443) لطريقة (*EM*).

– وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة تمييز الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*) يُعزى لمُتغير نسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%)، حيث بلغت قيمة (ف = 29.032) بدلالة إحصائية (0.001). وهي أقل من مستوى الدلالة الاحصائية (α = 0.05). ولمعرفة لصالح من تلك الفروق الدالة احصائياً، تم استخدام اختبار بونفيروني Bonferroni للمقارنات البَعدية على المتوسطات الحسابية المُقدرة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة تمييز الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*) وحسب مُتغير نسبة الفقد، والجدول (14) يبين ذلك.

الجدول (14): نتائج اختبار بونفيروني للمقارنات البَعدية على المتوسطات الحسابية المُقدرة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة تمييز الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*) وحسب مُتغير نسبة الفقد

نسبة الفقد	المتوسط الحسابي	الفرق بين المتوسطين الحسابيين		
		%15	%20	%30
%5	0.1020	*-0.0091	*-0.0119	*-0.0259
%15	0.1111		*-0.0028	*-0.0168
%20	0.1139			*-0.0141
%30	0.1279			

*ذات دلالة احصائية عند مستوى الدلالة الاحصائية (α = 0.05)

يتبين من الجدول (13) وجود فرق دال احصائياً بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة تمييز الفقرات التي فيها نسبة الفقد (5%) مُقارنة بالبيانات التي فيها نسبة الفقد (15%، 20%، 30%) ولصالح الأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة تمييز الفقرات التي فيها نسبة الفقد (5%)، حيث كانت الاخطاء المعيارية لتقديرات صعوبة الفقرات التي فيها

نسب فقد (5%) هي الاقل. ووجود فرق دال احصائياً بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة تمييز الفقرات التي فيها نسبة الفقد (15%) مُقارنة بالبيانات التي فيها نسبة الفقد (20%، 30%) ولصالح الأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة تمييز الفقرات التي فيها نسبة الفقد (10%)، حيث كانت الاخطاء المعيارية لتقديرات صعوبة الفقرات التي فيها نسب فقد (15%) هي الاقل. ووجود فرق دال احصائياً بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة تمييز الفقرات التي فيها نسبة الفقد (20%) مُقارنة بالبيانات التي فيها نسبة الفقد (30%) ولصالح الأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة تمييز الفقرات التي فيها نسبة الفقد (20%)، حيث كانت الأخطاء المعيارية لتقديرات صعوبة الفقرات التي فيها نسب فقد (20%) هي الاقل.

- عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة تمييز الفقرات في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*) تُعزى للتفاعل الثُنائي بين مُتغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة (*EM, MI*)، ونسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%)، حيث بلغت قيمة (ف = 1.164) بدلالة إحصائية (0.324). وهي أكبر من مستوى الدلالة الاحصائية (α = 0.05).

النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث الذي ينص على: " هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة الإحصائية (α =0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد، تُعزى لنسبة الفقد في البيانات (5%، 15%، 20%، 30%)، وطريقة معالجتها (*EM, MI*)، والتفاعل بينهما ؟".

للإجابة عن السؤال الثالث، تم حساب المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد لنموذجي استجابة الفقرة (الأُحادي والثُنائي المَعْلَمَة)، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها. وفيما يلي عرض لذلك:

أ) **النموذج الأُحادي المَعْلَمَة**

تم حساب المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج اللوجستيّ الأُحادي المَعْلَمَة، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها، والجدول (15) يبين ذلك.

الجدول (15): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج اللوجستيّ الأُحادي المَعْلَمَة، وفقاً لمُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها

طريقة المعالجة	نسبة الفقد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
EM	%5	0.3569	0.0237
	%15	0.4123	0.0311
	%20	0.4298	0.0354
	%30	0.4941	0.0506
	الكلي	**0.4233**	**0.0267**
MI	%5	0.3391	0.0239
	%15	0.3589	0.0258
	%20	0.3644	0.0259
	%30	0.3777	0.0282
	الكلي	**0.3600**	**0.0211**

يُلاحظ من بيانات الجدول (15) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج اللوجستيّ الأُحادي المَعْلَمَة،

وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها. ولمعرفة الدلالة الإحصائية لتلك الفروق الظاهرية وفقاً لمُتغيري نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها والتفاعل بينهما؛ تم استخدام التصميم العاملي للقياسات المتكررة على عاملين، (نسبة الفقد، وطريقة المعالجة للقيم المفقودة في البيانات)، وكما هو موضح في الجدول (16).

الجدول (16): نتائج تحليل التباين الثُنائي للقياسات المتكررة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج اللوجستيّ الأُحادي المَعْلَمَة، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها، والتفاعل بينهما

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	الدلالة الإحصائية	الدلالة العملية
طريقة المعالجة	10.0368	1	10.0368	*9370.7504*	*.000*	*.882*
الخطأ (طريقة المعالجة)	1.3421	1253	.0011			
نسبة الفقد	9.8570	3	3.2857	*12689.8472*	*.001*	*.910*
الخطأ(نسبة الفقد)	.9733	3759	.0003			
طريقة المعالجة × نسبة الفقد	3.1252	3	1.0417	*6138.6453*	*.001*	*.830*
الخطأ(طريقة المعالجة × نسبة الفقد)	.6379	3759	.0002			

وقد أظهرت نتائج التحليل المبينة في الجدول (16) ما يلي:

- وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج الأُحادي المَعْلَمَة يُعزى لمُتغير طريقة المعالجة للقيم المفقودة (*EM, MI*)، حيث بلغت قيمة (ف = 9370.7504) بدلالة إحصائية (0.000). وهي أقل من مستوى الدلالة الاحصائية (0.05 = α). ومن الجدول (15)، يتبين أن الفرق الدال احصائياً لصالح طريقة (*MI*)، بمتوسط حسابي (0.3600) مقابل متوسط حسابي (0.4233) لطريقة (*EM*).

- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج الأُحادي المَعْلَمَة يُعزى لمُتغير نسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%)، حيث بلغت قيمة (ف = 12689.8472) بدلالة إحصائية (0.001)، وهي أقل من مستوى الدلالة الاحصائية (α = 0.05)، ولمعرفة لصالح من تلك الفروق الدالة احصائياً، تم استخدام اختبار بونفيروني Bonferroni للمقارنات البَعدية على المتوسطات الحسابية المُقَدرة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج الأُحادي المَعْلَمَة وحسب مُتغير نسبة الفقد، والجدول (17) يبين ذلك.

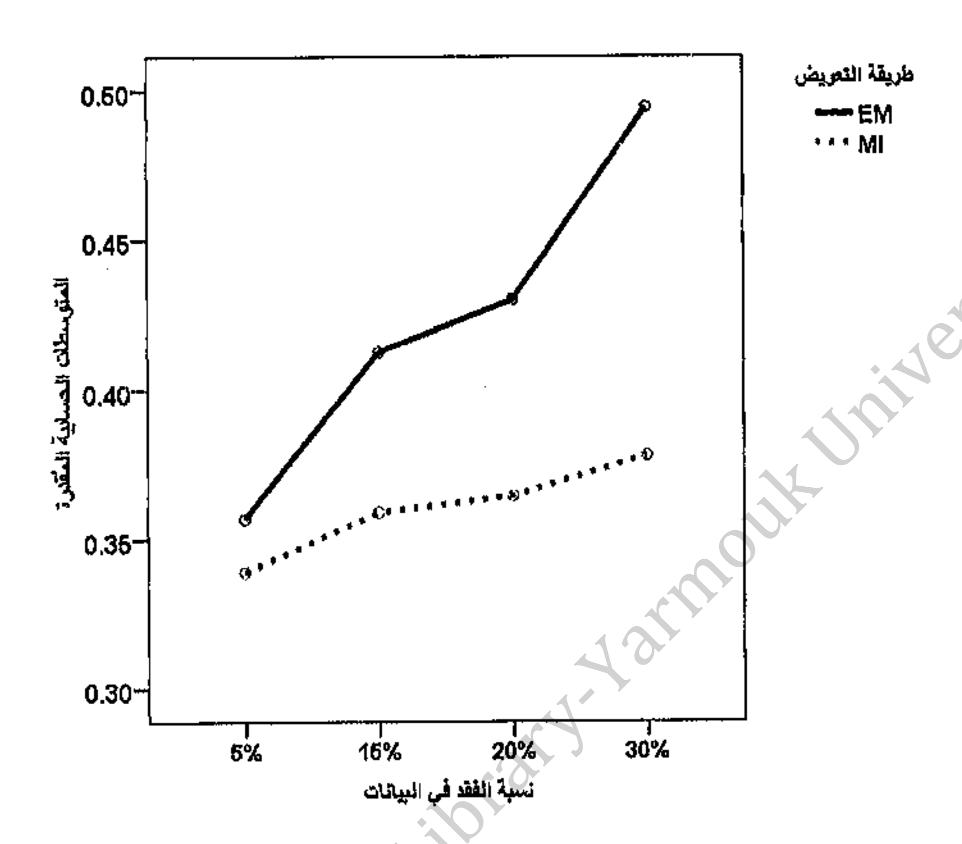
الجدول (17): نتائج اختبار بونفيروني للمقارنات البَعدية على المتوسطات الحسابية المُقَدرة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج الأُحادي المَعْلَمَة وحسب مُتغير نسبة الفقد

نسبة الفقد	المتوسط الحسابي	الفرق بين المتوسطين الحسابيين		
		%15	%20	%30
%5	0.3480	*-0.0376	*-0.0491	*-0.0879
%15	0.3856		*-0.0115	*-0.0503
%20	0.3971			*-0.0388
%30	0.4359			

يتبين من الجدول (17) وجود فرق دال احصائياً بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد التي فيها نسبة الفقد (5%) مُقارنة بالبيانات التي فيها نسبة الفقد (15%، 20%، 30%) ولصالح الأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد التي فيها نسبة الفقد (5%)، حيث كانت الاخطاء المعيارية لتقديرات قُدرات الأفراد التي فيها نسب فقد (5%) هي الاقل. ووجود فرق دال احصائياً بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد التي فيها نسبة الفقد (15%) مُقارنة بالبيانات التي

فيها نسبة الفقد (20%، 30%) ولصالح الأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد التي فيها نسبة الفقد (15%)، حيث كانت الاخطاء المعيارية لتقديرات قُدرات الأفراد التي فيها نسب فقد (15%) هي الاقل. ووجود فرق دال احصائياً بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد التي فيها نسبة الفقد (20%) مُقارنة بالبيانات التي فيها نسبة الفقد (30%) ولصالح الأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد التي فيها نسبة الفقد (20%)، حيث كانت الاخطاء المعيارية لتقديرات قُدرات الأفراد التي فيها نسب فقد (20%) هي الاقل.

– وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha=0.05$) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج الأُحادي المَعْلَمَة تُعزى للتفاعل الأُحادي بين مُتغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة (*EM, MI*)، ونسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%)، حيث بلغت قيمة (ف = 6138.6453) بدلالة إحصائية (0.001). ولمعرفة لصالح من تلك الفروق الدالة احصائياً، تم تمثيل التفاعل بين طريقة المعالجة للقيم المفقودة (*EM, MI*)، ونسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%) بيانياً، والشكل (5) يبين ذلك.



الشكل (5): التمثيل البياني للتفاعل بين مُتغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، ونسبة الفقد للمتوسطات الحسابية المُقدرة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج الأُحادي المَعْلَمَة .

يتبين من الشكل (5) أفضلية طريقة (*MI*) في معالجة القيم المفقودة في البيانات في حال كانت فيها نسبة الفقد 5% أو 15% أو 20% أو 30%.

ب) النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*)

تم حساب المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*)، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها، والجدول (18) يبين ذلك.

الجدول (18): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*)، وفقاً لمُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها

طريقة المعالجة	نسبة الفقد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
EM	%5	0.3000	0.1035
	%15	0.3426	0.1538
	%20	0.3629	0.1651
	%30	0.4070	0.1987
	الكلي	**0.3531**	**0.1429**
MI	%5	0.2914	0.0607
	%15	0.3182	0.0684
	%20	0.3298	0.0621
	%30	0.3469	0.0563
	الكلي	**0.3216**	**0.0770**

يُلاحظ من بيانات الجدول (18) وجود فروق ظاهرية بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*)، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها. ولمعرفة الدلالة الإحصائية لتلك الفروق الظاهرية وفقاً لمُتغيري نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها والتفاعل بينهما؛ تم استخدام التصميم العاملي للقياسات المتكررة على عاملين، (نسبة الفقد، وطريقة المعالجة للقيم المفقودة في البيانات)، وكما هو موضح في الجدول (19).

الجدول (19): نتائج تحليل التباين الثُنائي للقياسات المتكررة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*)، وحسب مُتغيري؛ نسبة الفقد في البيانات، وطريقة معالجتها، والتفاعل بينهما

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة ف	الدلالة الإحصائية	الدلالة العملية
طريقة المعالجة	2.710	1	2.710	*121.682*	*.000*	*.082*
الخطأ (طريقة المعالجة)	30.379	1364	.022			
نسبة الفقد	9.370	3	3.123	*1929.817*	*.000*	*.586*
الخطأ(نسبة الفقد)	6.623	4092	.002			
طريقة المعالجة × نسبة الفقد	.950	3	.317	*201.932*	*.000*	*.129*
الخطأ(طريقة المعالجة × نسبة الفقد)	6.417	4092	.002			

وقد أظهرت نتائج التحليل المبينة في الجدول (19) ما يلي:

– وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*) يُعزى لمُتغير طريقة المعالجة للقيم المفقودة (*EM, MI*)، حيث بلغت قيمة (ف = 121.682) بدلالة إحصائية (0.000). وهي أقل من مستوى الدلالة الاحصائية (α = 0.05). ومن الجدول (18)، يتبين أن الفرق الدال احصائياً لصالح طريقة (*MI*)، بمتوسط حسابي (0.3216) مقابل متوسط حسابي (0.3531) لطريقة (*EM*).

– وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (2PL) يُعزى لمُتغير نسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%)، حيث بلغت قيمة (ف = 1929.817) بدلالة إحصائية (0.000). وهي أقل من مستوى الدلالة الاحصائية (α = 0.05). ولمعرفة لصالح من تلك الفروق الدالة احصائياً، تم استخدام اختبار بونفيروني Bonferroni للمقارنات البَعدية على المتوسطات الحسابية المُقدرة للأخطاء المعيارية

لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*) وحسب مُتغير نسبة الفقد، والجدول (20) يبين ذلك.

الجدول (20): نتائج اختبار بونفيروني للمقارنات البَعدية على المتوسطات الحسابية المُقدرة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*) وحسب مُتغير نسبة الفقد

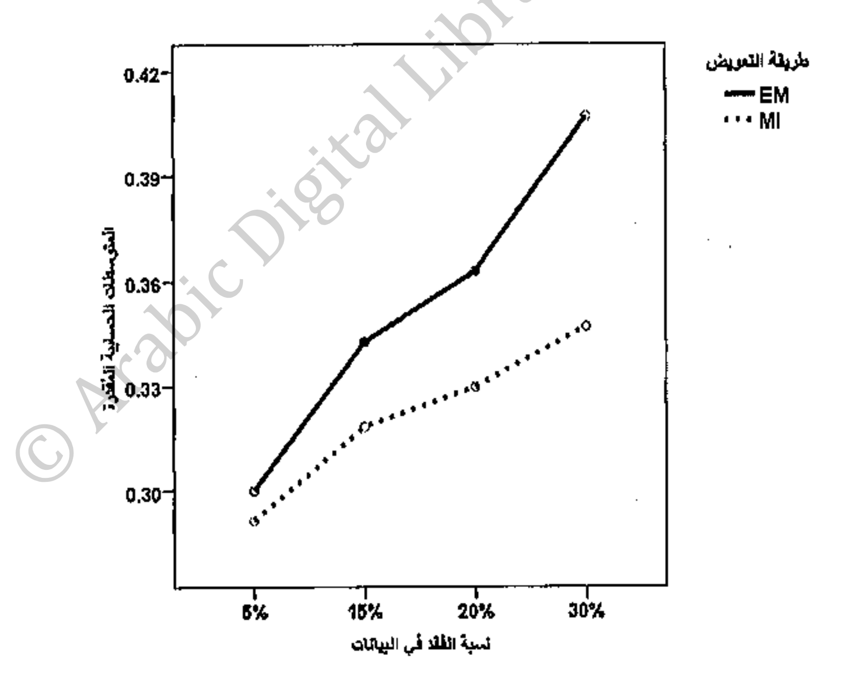
نسبة الفقد	المتوسط الحسابي	الفرق بين المتوسطين الحسابيين %15	%20	%30
%5	0.2957	*-0.0347	*-0.0506	*-0.0813
%15	0.3304		*-0.0159	*-0.0465
%20	0.3463			*-0.0306
%30	0.3769			

*وجود فرق دال احصائياً عند مستوى الدلالة الاحصائية ($\alpha = 0.05$)

يتبين من الجدول (20) وجود فرق دال احصائياً بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد التي فيها نسبة الفقد (5%) مُقارنة بالبيانات التي فيها نسبة الفقد (15%، 20%، 30%) ولصالح الأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد التي فيها نسبة الفقد (5%)، حيث كانت الاخطاء المعيارية لتقديرات قُدرات الأفراد التي فيها نسب فقد (5%) هي الاقل. ووجود فرق دال احصائياً بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد التي فيها نسبة الفقد (15%) مُقارنة بالبيانات التي فيها نسبة الفقد (20%، 30%) ولصالح الأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد التي فيها نسبة الفقد (15%)، حيث كانت الاخطاء المعيارية لتقديرات قُدرات الأفراد التي فيها نسب فقد (15%) هي الاقل. ووجود فرق دال احصائياً بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد التي فيها نسبة الفقد (20%) مُقارنة بالبيانات التي فيها نسبة الفقد (30%) ولصالح الأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد التي فيها نسبة الفقد

(20%)، حيث كانت الاخطاء المعيارية لتقديرات قُدرات الأفراد التي فيها نسب فقد (20%) هي الاقل.

- وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α=0.05) بين المتوسطات الحسابية للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*) تُعزى للتفاعل الثُنائي بين مُتغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة (*EM, MI*)، ونسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%)، حيث بلغت قيمة (ف = 201.932) بدلالة إحصائية (0.000). ولمعرفة لصالح من تلك الفروق الدالة احصائياً، تم تمثيل التفاعل بين طريقة المعالجة للقيم المفقودة (*EM, MI*)، ونسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%) بيانياً، والشكل (6) يبين ذلك.



الشكل (6): التمثيل البياني للتفاعل بين مُتغيري؛ طريقة المعالجة للقيم المفقودة، ونسبة الفقد للمتوسطات الحسابية المُقدرة للأخطاء المعيارية لتقديرات مَعْلَمَة قُدرات الأفراد في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة (*2PL*)

يتبين من الشكل (6) أفضلية طريقة (*MI*) في معالجة القيم المفقودة في البيانات في حال كانت فيها نسبة الفقد 5% أو 15% أو 20% أو 30%.

ويمكن تلخيص النتائج من حيث الدلالة الاحصائية لدقة تقدير كل من: معالم الصعوبة وقُدرات الأفراد في النموذج الأُحادي المَعْلَمَة والثنائي المَعْلَمَة، ومعالم التمييز في النموذج الثنائي المَعْلَمَة، كما في الجدول (21).

الجدول (21): مُلخص للنتائج من حيث الدلالة الاحصائية لدقة تقدير كل من: معالم الصعوبة وقُدرات الأفراد في النموذج الأُحادي المَعْلَمَة والثنائي المَعْلَمَة، ومعالم التمييز في النموذج الثنائي المَعْلَمَة

المتغير	معالم الصعوبة		معالم التمييز	مَعْلَمَة قُدرات الأفراد	
	الأُحادي المَعْلَمَة	الثنائي المَعْلَمَة	الثنائي المَعْلَمَة	الأُحادي المَعْلَمَة	الثنائي المَعْلَمَة
نسبة الفقد	*	*	*	*	*
طريقة التعويض	*	–	*	*	*
نسبة الفقد×طريقة التعويض	*	*	–	*	*

*وجود دلالة احصائية للمتغير – عدم وجود دلالة احصائية للمتغير

التوصيات

إضافةً إلى ما سبق، ومن خلال اجراءات هذه الدراسة وفي ضوء نتائجها، يوصي الباحث بما يأتي:

1- أظهرت نتائج الدراسة الحالية اختلاف دقة التقدير لمعالم الصعوبة في النموذج اللوجستيّ الأُحادي المَعْلَمَة، باختلاف طريقة تعويض القيم المفقودة ولصالح طريقة حساب قيم تعويضية مُتعددة (*MI*)، لذا يوصي الباحث باستخدام طريقة حساب قيم تعويضية مُتعددة (*MI*) لتعويض القيم المفقودة في البيانات ثُنائية الاستجابة وبغض النظر عن نسبة الفقد.

2- أظهرت نتائج الدراسة الحالية اختلاف دقة التقدير لمعالم الصعوبة في النموذجين اللوجستيّين الأُحادي المَعْلَمَة، والثُنائي المَعْلَمَة باختلاف نسبة الفقد في البيانات ولصالح نسبة الفقد في البيانات 5%، لذا يوصي الباحث بمحاولة التقليل من نسب الفقد في البيانات عند تطبيق الاختبارات واقعياً من خلال التأكيد على الطلبة عدم ترك اي فقرة دون اجابة.

3- من خلال عملية التأكد من افتراضات النموذج المستخدم وبعد عملية الفقد في البيانات بالنسب المطلوبة، تم حذف عدد من الفقرات والافراد الغير مطابقين للنموذج، لذا يوصي الباحث بإجراء دراسة تتناول أثر البيانات المفقودة ونسبها على مطابقة الفقرات والافراد للنموذج المستخدم.

4- يوجد العديد من أنماط الفقد في البيانات، لذا يوصي الباحث بإجراء دراسة تتناول أثر نمط الفقد في البيانات على دقة تقدير معالم الفقرات والافراد.

المراجع:

المراجع العربية

بني عواد، علي. (2010). *مُقارنة طرق التعامل مع البيانات المفقودة في تقدير معالم الفقرات وقُدرات الأفراد*. أطروحة دكتوراة غير منشورة، جامعة اليرموك، الأردن.

الدرابسة، رياض. (2012). *أثر طريقة تقدير القُدرة، وطريقة التعامل مع القيم المفقودة على دقة تقدير معالم الفقرات والأفراد*. أطروحة دكتوراة غير منشورة، جامعة اليرموك، الأردن.

علام، صلاح الدين. (2005). *نماذج الاستجابة للمفردات الاختبارية أحاديّة البُعد ومتعددة الأبعاد وتطبيقاتها في القياس النفسي والتربوي*. القاهرة: دار الفكر العربي.

المراجع الأجنبية

Acock, A. C. (2005). Working with missing values. *Journal of Marriage and Family, 67*, 1012–1028.

Allison, P. D. (2006). *Imputation of categorical variables with PROC MI.* Paper presented at the annual meeting of the SAS Users Group International, San Francisco, CA.

Baker, F. (2001). *The Basics of Item Response Theory.* ERIC. Clearinghouse on Assessment and Evaluation.

Barnard, J., & Meng, X. (1999). *Applications of multiple imputations in medical studies: from AIDS to NHANES. Stat Methods Med Res , 8, 17-36.*

Beale, E. M., & Little, R. J. (1975). Missing Values in Multivariate Analysis, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B,* 37, 129–145.

Bernaards, A., & Sijtsma, K. (2000). Influence of imputation and EM methods on factor analysis when item nonresponse in questionnaire data is noignorable. *Multivariate Behavioral Research, 35,* 321 – 364.

Çokluk, O. & Kayri, M. (2011). The Effects of Methods of Imputation for Missing Values on the Validity and Reliability of Scales. *Educational Sciences: Theory & Practice, 11*(1) , 303-309.

Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to Classical and Modern Test Theory.* New York: Harcourt Brace.

Davey, T., Nering, M. L., & Thompson, T. (1997). *Realistic Simulation of Item Response Theory Data. Iowa City, Iowa: ACT, Inc.*

De Ayala, R. J., Plake, B. S., & Impara, J. C. (2001). The impact of omitted responses on the accuracy of ability estimation in item

response theory. *Journal of Educational Measurement, 38*, 213 – 234.

Dempster, A. P., Liard, N. M., & Rubin, D. B. (1977). Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B, 39*, 1-38.

Dresher, A. (2003). *An empirical investigation of local item dependency in NAEP data.* Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association (AERA) and the National Council on Measurement in Education (NCME) Held Between April 21 to 25, 2003, Retrieved from: http:// www.ets.org\legal\copyright.html.

Enders, C. K. (2010). Applied Missing Data Analysis. New York: A Division of Guilford Publications, Inc.

Figueredo, A. J., McKnight, P. E., McKnight, K. M., & Sidani, S. (2000). Multivariate modeling of missing data within and across assessment waves. *Addiction 2000, 95*(3), 361-380.

Finch, H. (2008). Estimation of item response theory parameters in the presence of missing data, *Journal of Educational. 4*(5), 225 –245.

Gemici, S., Bednarz, A., & Lim, P. (2012). 'A primer for handling missing values in the analysis of education and training data', *International Journal of Training Research, 10*(3), 233-250.

Graham, J. W. (2009). *Missing data analysis: Making it work in the real world.* Annual Review of Psychology, 60, 549 –576.

Hambelton, R., Swaminathan, H. & Rogers, J. (1991). *Fundamentals of item response theory.* Newbury Park CA: Sage.

Hambleton, R., & Swaminathan, H. (1985). *Item Response Theory: principles and applications.* Boston: Kluwer–Nijhoff publishing.

Hattie, J. (1985). Methodology Review: Assessing Unidimensionality of Tests and Items. *Applied psychological Measurement, 9* (2), 139 – 164.

Hawthorne, G. & Elliott, P. (2005). Imputing cross-sectional missing data: Comparison of common techniques. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry, 39*(7), 583-590.

Huisman, M., Krol, B. and Van Sonderen, F.L.P. (1998). *Handling Missing Data by Re-approaching Nonrespondent Quality & Quantity.* In Huisman, M. (edited). Item Nonresponse: Occurrence causes, and Imputation of Missing Answers to Test Item. DSWO Press, Lieden University, The Netherlands, 1999.

Little, R. J. A. (1988). Robust Estimation of the Mean and Covariance Matrix from Data with Missing Values. *Applied Statistics,* 37, 23-38.

Little, R. J. A., & Rubin, D. B. (1987). *Statistical Analysis with Missing Data.* New York: Wiley.

Little, R. J. A., & Rubin, D. B. (2002). *Statistical Analysis with Missing Data. 2nd edition.* New York: John Wiley & Sons.

Ludlow, L. H., & O'Leary, M. (1999). Scoring Omitted and Not-Reached Items: Practical Data Analysis Implications. *Educational and Psychological Measurement, 59*(4), 615 –630.

McKnight, P. E., McKnight, K. M., Sidani, S., & Figueredo, A. J. (2007). *Missing data: A gentle introduction,* New York: Guilford Press.

Mislevy, R. J., & Wu, P. K. (1988). *Inferring Examinee Ability When Some Item Responses are Missing* (ERIC Document Reproduction Service No. ED 395 017). Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Orchard, T., & Woodbury, M. A. (1972). A Missing Information Principle: Theory and Applications. *Proceedings of the 6th Berkeley*

Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(1), 697 – 715.

Peugh, J. L., & Enders, C.K. (2004). Missing Data in Educational Research: A Review of Reporting Practices and Suggestions for Improvement. *Review of Educational Research, 74*(4), 525 – 556.

Pigott, T. D. (2001). A review of methods for missing data. *Educational Research and Evaluation, 7*, 353 –383.

Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical Linear Model: Applications and Data Analysis Methods (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.*

Schafer, J. L., & Graham, J. W. (2002). Missing data: Our view of the state of the art. *Psychological Methods, 7*, 147–177.

Wayman, J. C. (2003). *Multiple Imputations for Missing Data: What is it and how can I use it.* Paper presented at the 2003 Annual Meeting of the American Educational Research Association Chicago, IL, April .

Witta, E. L. (2000). *Effectiveness of Four Methods of Handling Missing Data Using Samples from a National Database*. (ERIC Document Reproduction Service ED442810).

Witta, L. & Kaiser, J. (1991). *Four Methods of Handling Missing Data with the General Social Survey*, Paper presented at the annual meeting of the Mid-South Educational Research Association, Lexington, KY.

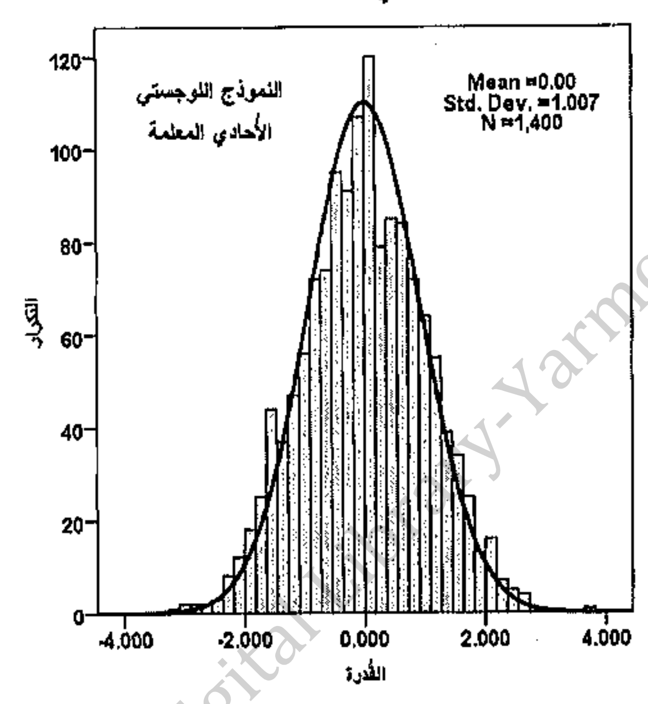
Xie, Y. Y. (2001). *Dimensionality, Dependence, or Both? An Application of Item Bundle Model to Multidimensional Data.* Unpublished manuscript.

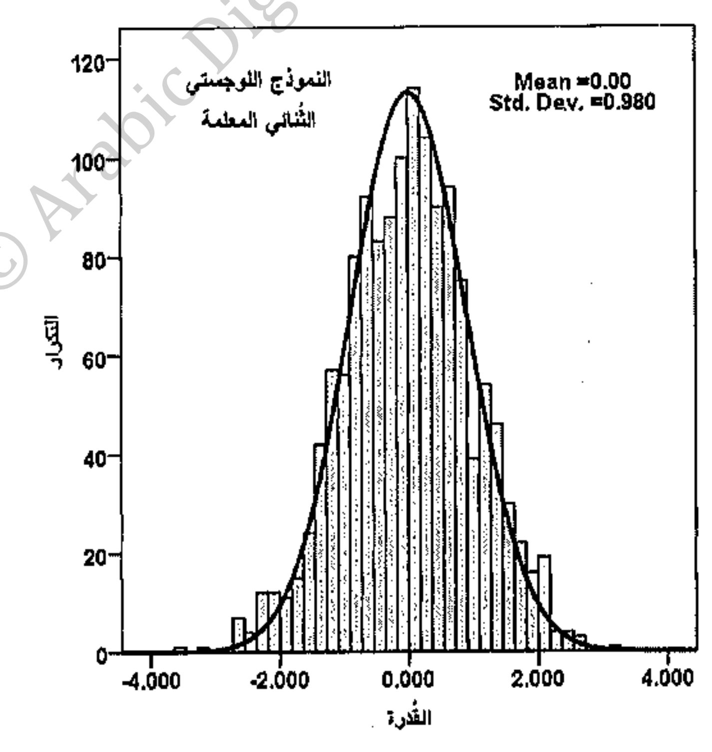
Yen, W. M. (1993). Scaling Performance Assessments: Strategies for Managing Local Item Dependence. *Journal of Educational Measurement, 30*, 187-213.

الملاحق

الملحق (أ)

التمثيل البياني لقُدرات الأفراد المُولَّدَة باستخدام برنامج *WINGEN3* لنموذجي الاختبار: الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة





الملحق (ب)

معاملات بوينت-بايسريال لكل فقرة من فقرات الاختبار باختلاف نسبة الفقد في البيانات (5%، 15%، 20%، 30%) وطريقة معالجتها (EM, MI)

MI30	MI20	MI15	MI5	EM30	EM20	EM15	EM5	رقم الفقرة
0.47	0.46	0.47	0.51	0.36	0.40	0.40	0.47	1
0.46	0.44	0.44	0.49	0.28	0.32	0.38	0.44	2
0.39	0.42	0.45	0.45	0.34	0.40	0.40	0.46	3
0.37	0.42	0.40	0.43	0.26	0.33	0.33	0.41	4
0.44	0.43	0.48	0.49	0.43	0.45	0.46	0.49	5
0.40	0.43	0.45	0.43	0.26	0.32	0.33	0.40	6
0.35	0.32	0.34	0.38	0.34	0.38	0.38	0.40	7
0.32	0.38	0.40	0.41	0.39	0.42	0.45	0.44	8
0.41	0.44	0.45	0.49	0.35	0.40	0.40	0.46	9
0.47	0.52	0.49	0.53	0.45	0.48	0.49	0.52	10
0.45	0.48	0.54	0.52	0.41	0.46	0.46	0.51	11
0.41	0.44	0.43	0.47	0.28	0.34	0.35	0.44	12
0.29	0.31	0.33	0.41	0.20	0.20	0.20	0.34	13
0.41	0.45	0.46	0.48	0.36	0.40	0.46	0.47	14
0.42	0.39	0.40	0.44	0.42	0.45	0.47	0.47	15
0.43	0.44	0.47	0.48	0.29	0.34	0.36	0.44	16
0.36	0.39	0.38	0.40	0.42	0.41	0.40	0.41	17
0.39	0.41	0.43	0.46	0.24	0.30	0.31	0.42	18
0.41	0.45	0.46	0.46	0.32	0.37	0.40	0.42	19
0.42	0.38	0.42	0.43	0.36	0.39	0.41	0.42	20
0.36	0.39	0.39	0.44	0.36	0.40	0.40	0.43	21
0.35	0.36	0.36	0.42	0.42	0.43	0.44	0.46	22
0.28	0.29	0.35	0.35	0.20	0.27	0.28	0.27	23
0.34	0.31	0.33	0.39	0.36	0.38	0.38	0.40	24
0.34	0.39	0.44	0.46	0.39	0.42	0.44	0.46	25
0.46	0.47	0.49	0.48	0.38	0.43	0.45	0.48	26
0.44	0.43	0.39	0.43	0.39	0.40	0.41	0.42	27
0.42	0.42	0.43	0.47	0.29	0.35	0.38	0.45	28
0.40	0.45	0.43	0.48	0.30	0.37	0.35	0.44	29
0.38	0.40	0.43	0.47	0.22	0.27	0.32	0.38	30
0.50	0.49	0.48	0.49	0.41	0.44	0.45	0.49	31
0.39	0.44	0.44	0.47	0.43	0.45	0.47	0.48	32
0.34	0.37	0.42	0.43	0.20	0.25	0.33	0.39	33
0.41	0.45	0.42	0.47	0.35	0.36	0.35	0.45	34
0.32	0.36	0.34	0.39	0.39	0.40	0.39	0.43	35
0.35	0.39	0.46	0.45	0.22	0.31	0.37	0.40	36
0.48	0.50	0.50	0.53	0.37	0.41	0.44	0.49	37
0.42	0.46	0.43	0.49	0.35	0.39	0.41	0.47	38
0.42	0.46	0.52	0.52	0.32	0.36	0.45	0.48	39
0.44	0.47	0.47	0.54	0.35	0.39	0.41	0.49	40

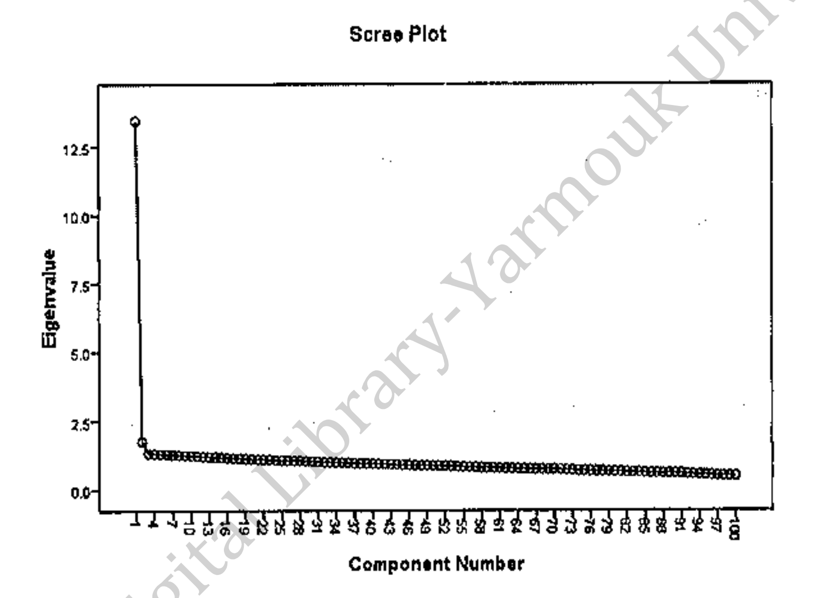
MI30	MI20	MI15	MI5	EM30	EM20	EM15	EM5	رقم الفقرة
0.34	0.37	0.45	0.49	0.40	0.46	0.48	0.50	**41**
0.35	0.40	0.35	0.45	0.42	0.46	0.46	0.49	**42**
0.40	0.43	0.44	0.43	0.34	0.38	0.41	0.45	**43**
0.34	0.40	0.37	0.43	0.20	0.28	0.26	0.39	**44**
0.27	0.26	0.23	0.33	0.26	0.25	0.29	0.31	**45**
0.46	0.44	0.44	0.48	0.32	0.36	0.34	0.43	**46**
0.47	0.44	0.50	0.52	0.41	0.43	0.44	0.50	**47**
0.38	0.40	0.40	0.43	0.36	0.41	0.38	0.42	**48**
0.35	0.40	0.42	0.40	0.22	0.26	0.31	0.35	**49**
0.25	0.34	0.34	0.30	0.26	0.29	0.29	0.34	**50**
0.43	0.42	0.43	0.46	0.40	0.46	0.43	0.47	**51**
0.43	0.44	0.47	0.49	0.45	0.45	0.45	0.50	**52**
0.44	0.47	0.41	0.48	0.35	0.40	0.36	0.44	**53**
0.42	0.41	0.42	0.44	0.34	0.36	0.37	0.43	**54**
0.36	0.40	0.47	0.50	0.40	0.43	0.46	0.49	**55**
0.38	0.39	0.39	0.40	0.40	0.42	0.42	0.43	**56**
0.40	0.45	0.48	0.52	0.28	0.34	0.36	0.47	**57**
0.29	0.35	0.35	0.39	0.20	0.20	0.22	0.33	**58**
0.40	0.47	0.47	0.47	0.35	0.41	0.38	0.46	**59**
0.45	0.45	0.45	0.48	0.38	0.43	0.44	0.47	**60**
0.40	0.38	0.37	0.42	0.42	0.42	0.39	0.45	**61**
0.38	0.41	0.39	0.47	0.24	0.28	0.33	0.43	**62**
0.45	0.44	0.44	0.51	0.30	0.37	0.38	0.47	**63**
0.39	0.39	0.39	0.45	0.24	0.27	0.31	0.40	**64**
0.41	0.38	0.38	0.44	0.33	0.36	0.39	0.44	**65**
0.32	0.33	0.31	0.42	0.42	0.42	0.43	0.43	**66**
0.41	0.48	0.47	0.49	0.34	0.40	0.41	0.47	**67**
0.43	0.46	0.46	0.50	0.35	0.39	0.42	0.46	**68**
0.45	0.43	0.50	0.51	0.31	0.37	0.43	0.48	**69**
0.40	0.32	0.33	0.40	0.44	0.43	0.41	0.43	**70**
0.39	0.40	0.47	0.42	0.37	0.40	0.39	0.42	**71**
0.37	0.38	0.41	0.45	0.24	0.27	0.25	0.41	**72**
0.42	0.41	0.46	0.47	0.40	0.44	0.43	0.48	**73**
0.37	0.40	0.40	0.45	0.28	0.36	0.35	0.40	**74**
0.31	0.35	0.34	0.36	0.40	0.40	0.40	0.40	**75**
0.35	0.34	0.37	0.37	0.30	0.34	0.36	0.38	**76**
0.47	0.47	0.47	0.51	0.37	0.42	0.45	0.48	**77**
0.36	0.37	0.41	0.43	0.23	0.25	0.27	0.38	**78**
0.41	0.40	0.44	0.45	0.30	0.33	0.35	0.43	**79**
0.38	0.43	0.46	0.48	0.25	0.31	0.38	0.42	**80**
0.39	0.42	0.39	0.47	0.20	0.25	0.27	0.40	**81**
0.42	0.45	0.42	0.48	0.30	0.37	0.30	0.43	**82**
0.42	0.38	0.37	0.41	0.25	0.27	0.26	0.35	**83**
0.33	0.35	0.37	0.36	0.33	0.34	0.36	0.37	**84**
0.41	0.47	0.47	0.48	0.38	0.42	0.46	0.48	**85**

MI30	MI20	MI15	MI5	EM30	EM20	EM15	EM5	رقم الفقرة
0.36	0.32	0.36	0.38	0.21	0.22	0.23	0.32	**86**
0.44	0.45	0.48	0.49	0.36	0.39	0.42	0.47	**87**
0.52	0.49	0.52	0.51	0.42	0.47	0.46	0.51	**88**
0.30	0.32	0.35	0.40	0.20	0.20	0.27	0.33	**89**
0.23	0.28	0.24	0.29	0.32	0.34	0.32	0.37	**90**
0.34	0.32	0.32	0.39	0.33	0.32	0.36	0.37	**91**
0.37	0.40	0.40	0.44	0.21	0.26	0.28	0.38	**92**
0.30	0.32	0.34	0.35	0.34	0.35	0.35	0.37	**93**
0.34	0.40	0.39	0.40	0.34	0.38	0.39	0.41	**94**
0.41	0.39	0.41	0.42	0.30	0.34	0.36	0.40	**95**
0.35	0.42	0.41	0.44	0.34	0.39	0.41	0.44	**96**
0.38	0.45	0.45	0.46	0.27	0.33	0.37	0.44	**97**
0.38	0.39	0.32	0.37	0.35	0.36	0.34	0.39	**98**
0.41	0.41	0.39	0.43	0.23	0.26	0.32	0.37	**99**
0.41	0.39	0.43	0.45	0.37	0.41	0.42	0.45	**100**

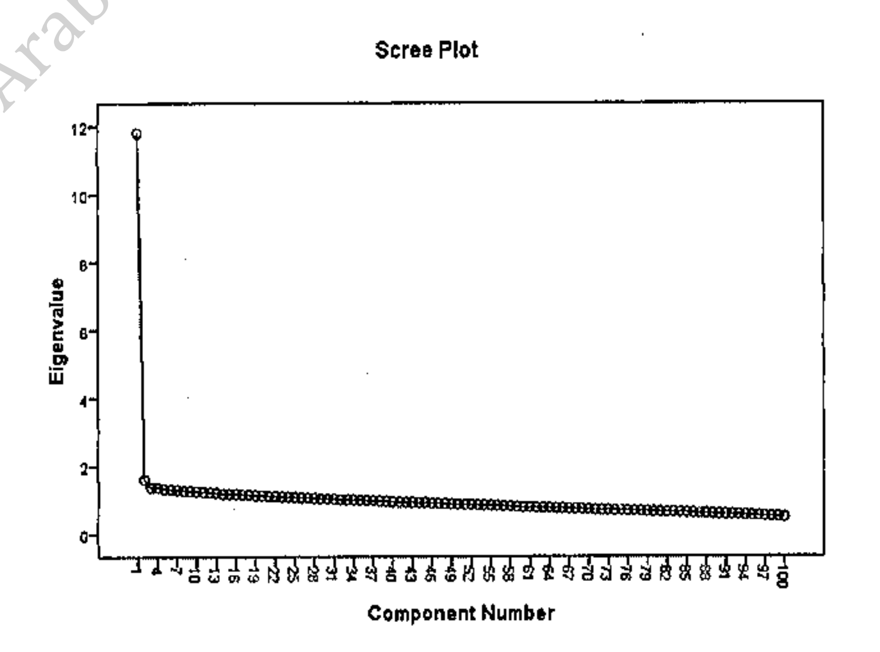
الملحق (ج)

التمثيل البياني لقيم الجذور الكامنة للعوامل المكونة لنموذج الاختبار المكون من 100 فقرة باختلاف نسبة الفقد وطريقة التعويض في النموذج اللوجستيّ الأُحادي المَعْلَمَة

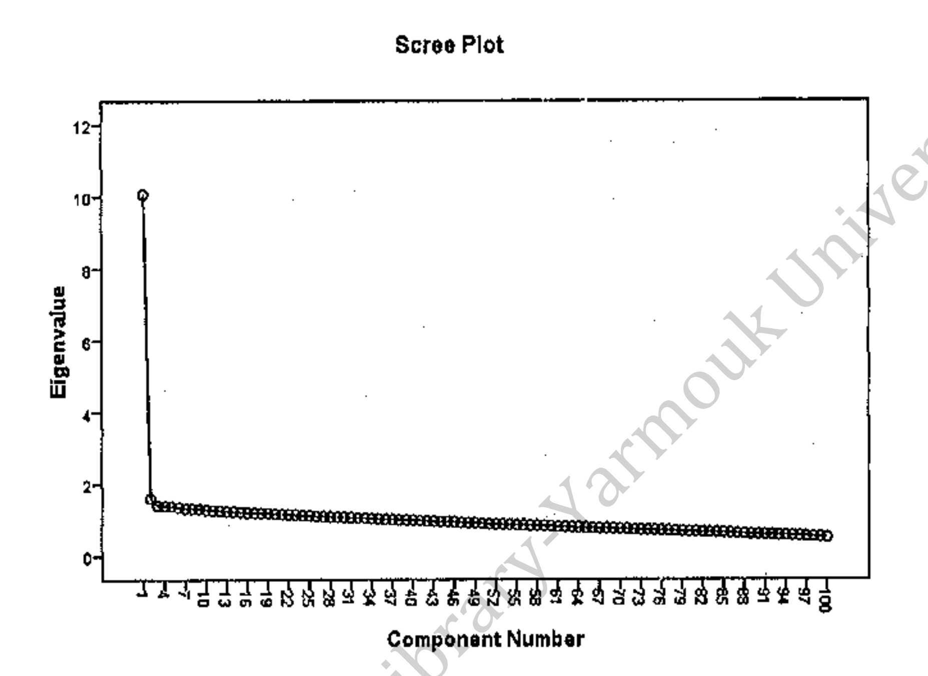
أ) نسبة الفقد 5% وطريقة التعويض (EM)



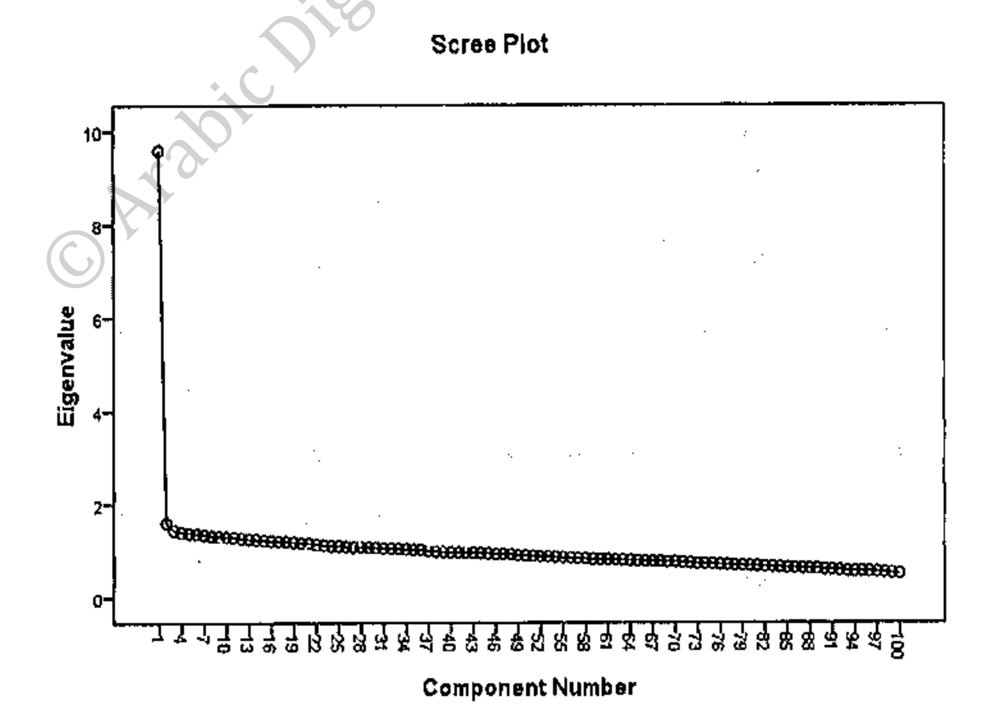
ب) نسبة الفقد 15% وطريقة التعويض (EM)



ت) نسبة الفقد 20% وطريقة التعويض (EM)

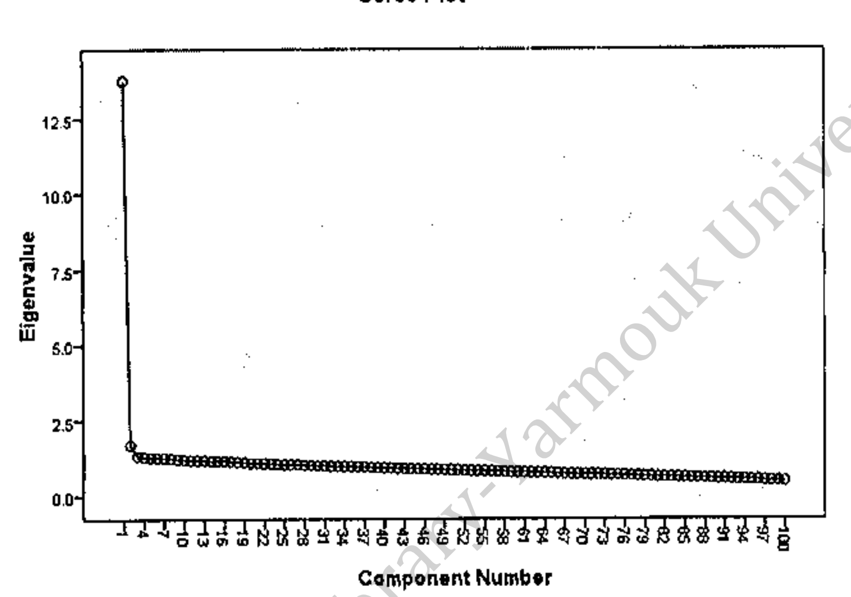


ث) نسبة الفقد 30% وطريقة التعويض (EM)

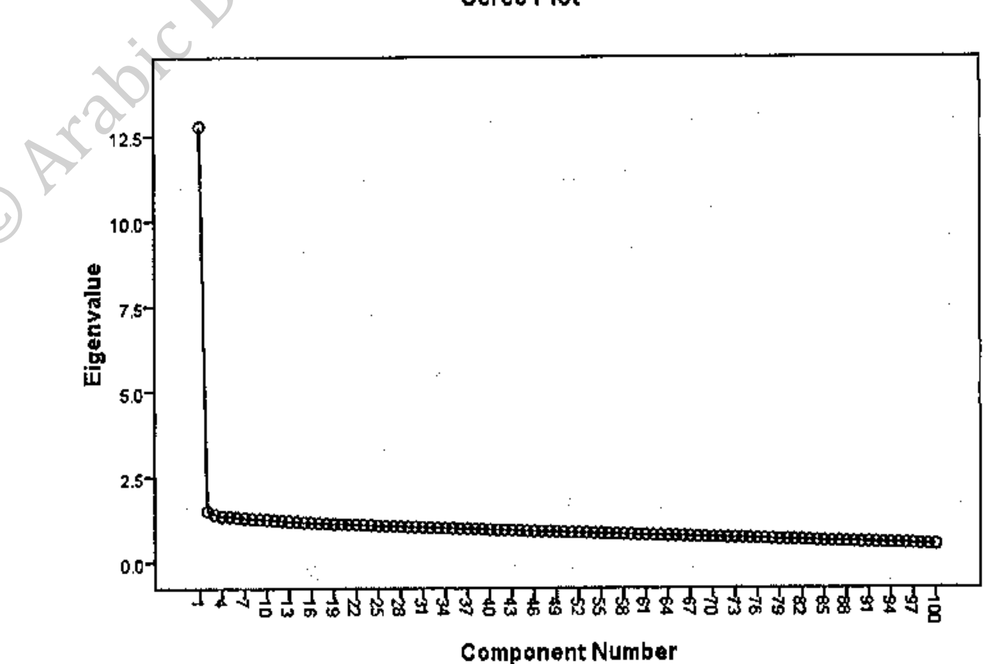


ج) نسبة الفقد 5% وطريقة التعويض (MI)



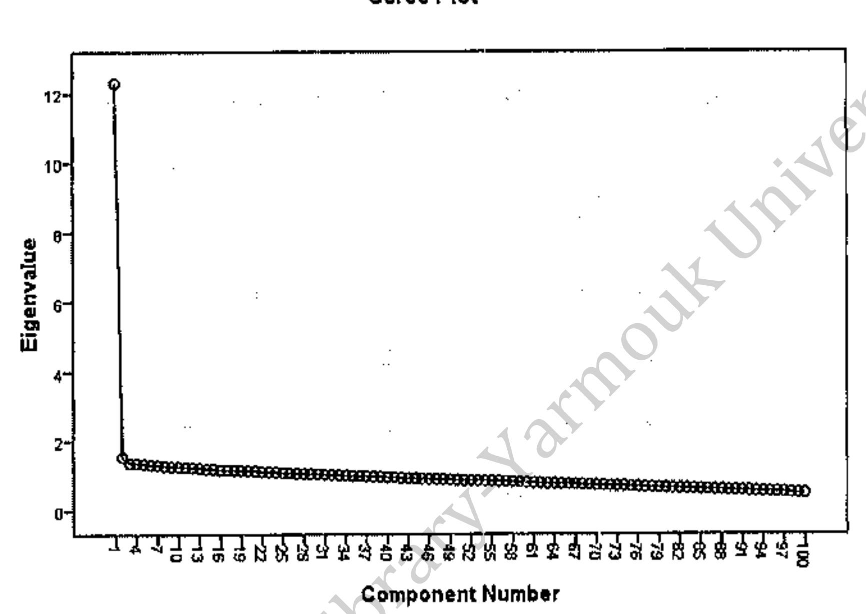


ح) نسبة الفقد 15% وطريقة التعويض (MI)

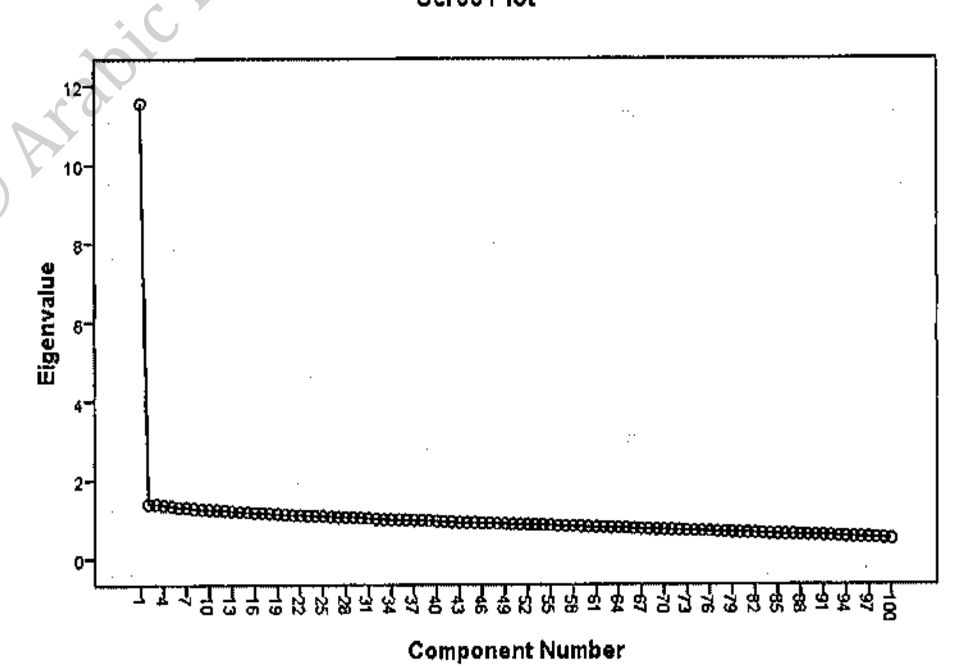


خ) نسبة الفقد 20% وطريقة التعويض (MI)





د) نسبة الفقد 30% وطريقة التعويض (MI)



الملحق (د)

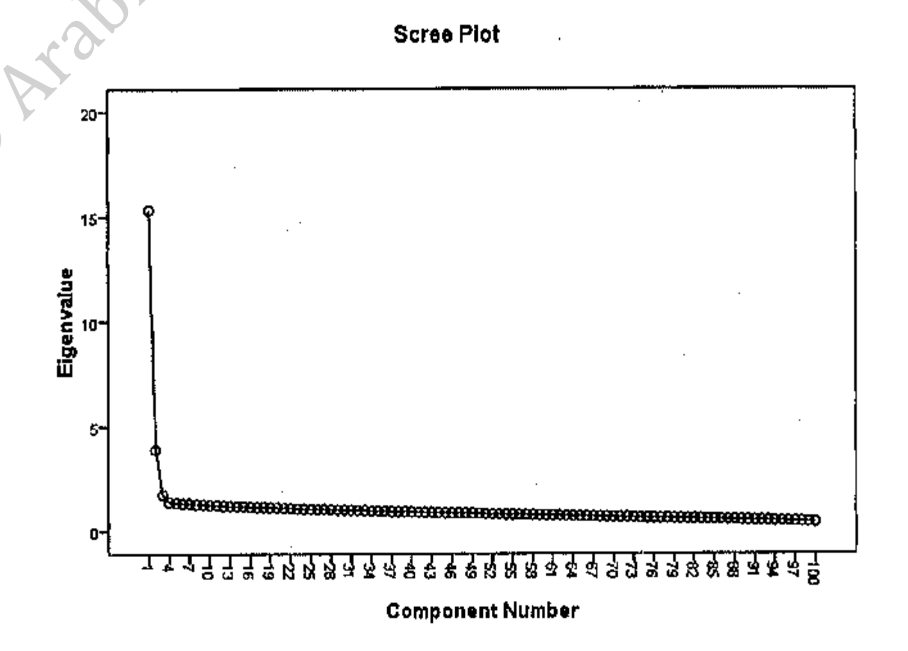
التمثيل البياني لقيم الجذور الكامنة للعوامل المكونة لنموذج الاختبار المكون من 100 فقرة باختلاف نسبة الفقد وطريقة التعويض في النموذج اللوجستيّ الثُنائي المَعْلَمَة

أ) نسبة الفقد 5% وطريقة التعويض (EM)

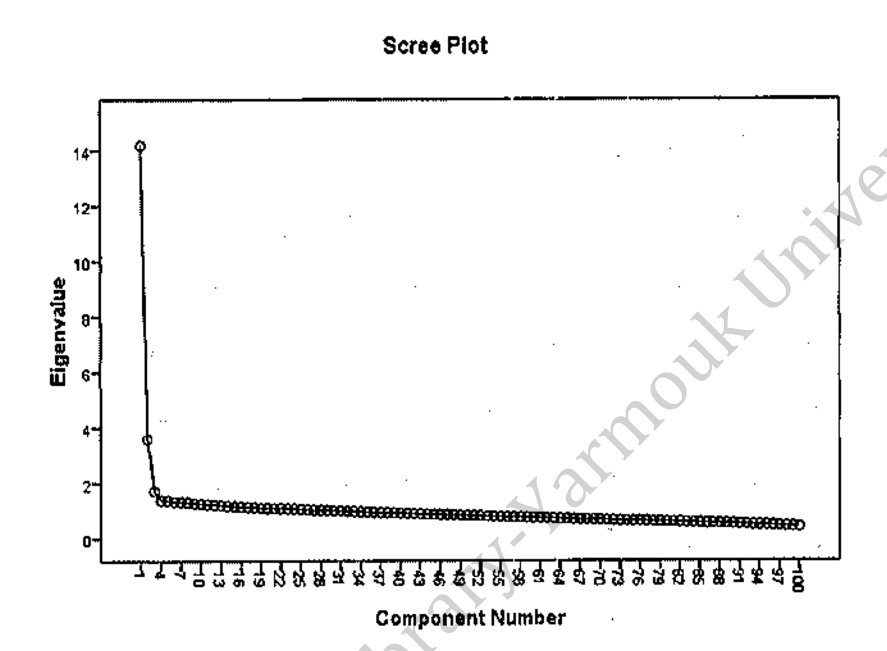
Scree Plot

20
15
10
5
0
Eigenvalue
Component Number

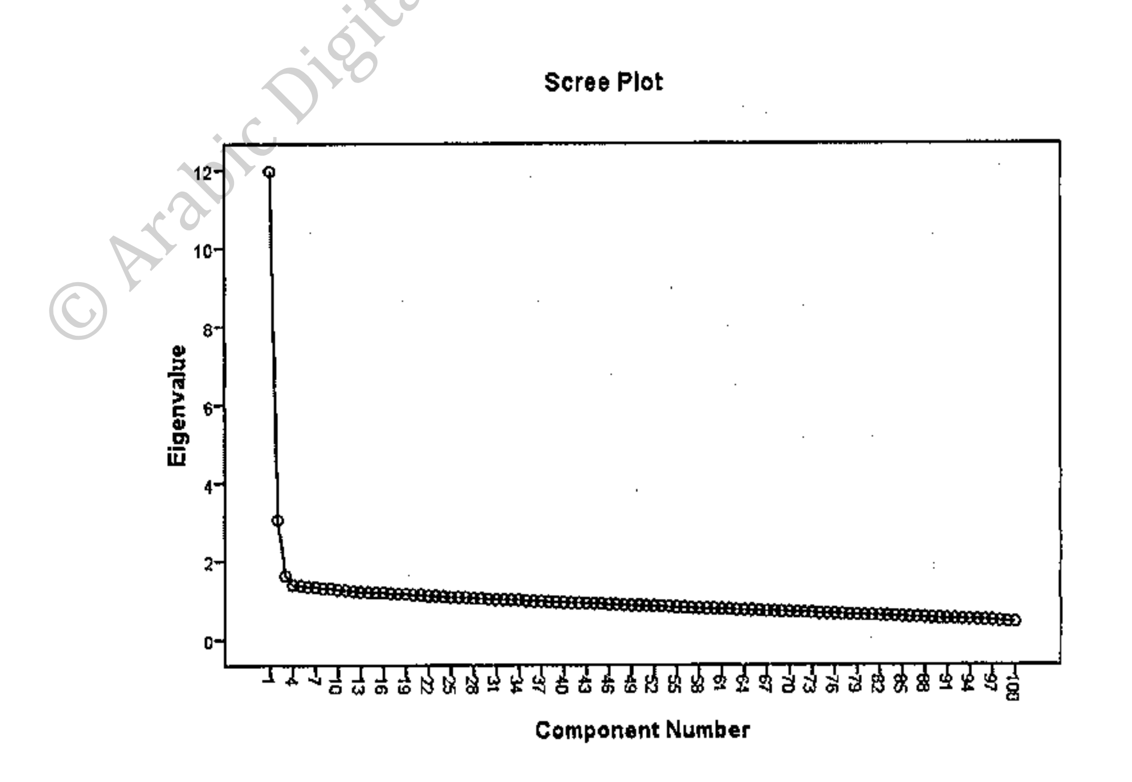
ب) نسبة الفقد 15% وطريقة التعويض (EM)



ت) نسبة الفقد 20% وطريقة التعويض (EM)

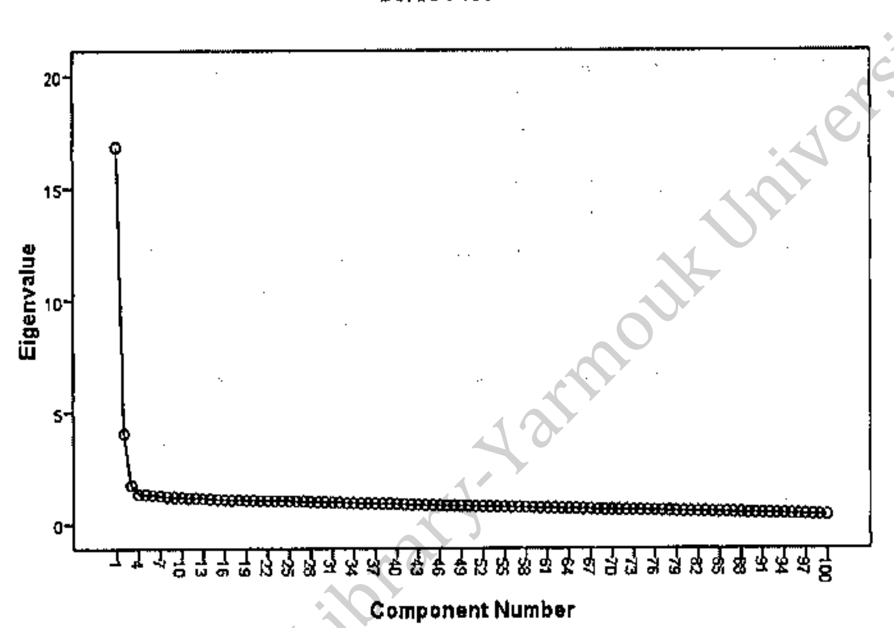


ث) نسبة الفقد 30% وطريقة التعويض (EM)

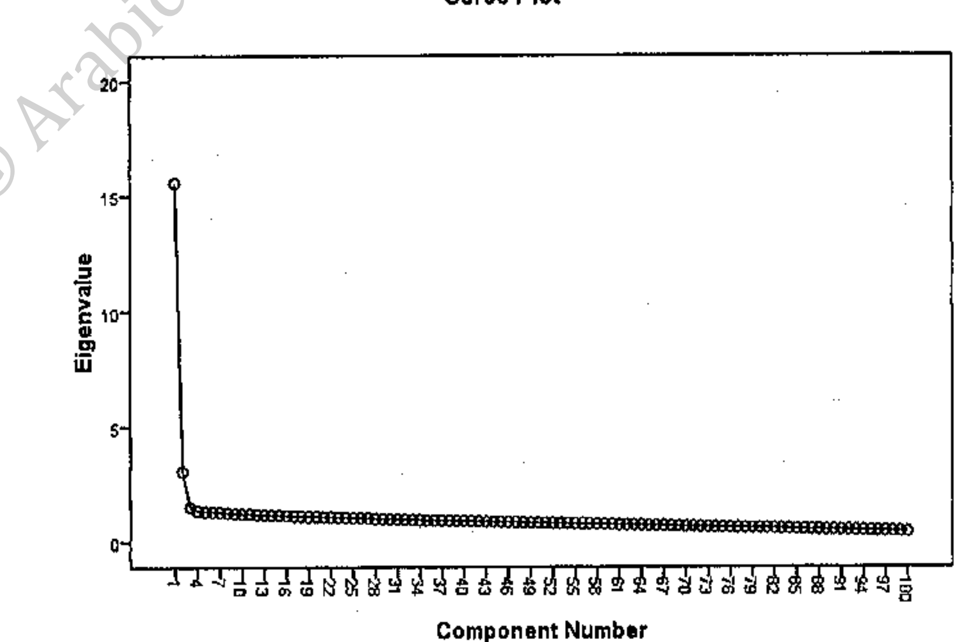


ج) نسبة الفقد 5% وطريقة التعويض (MI)



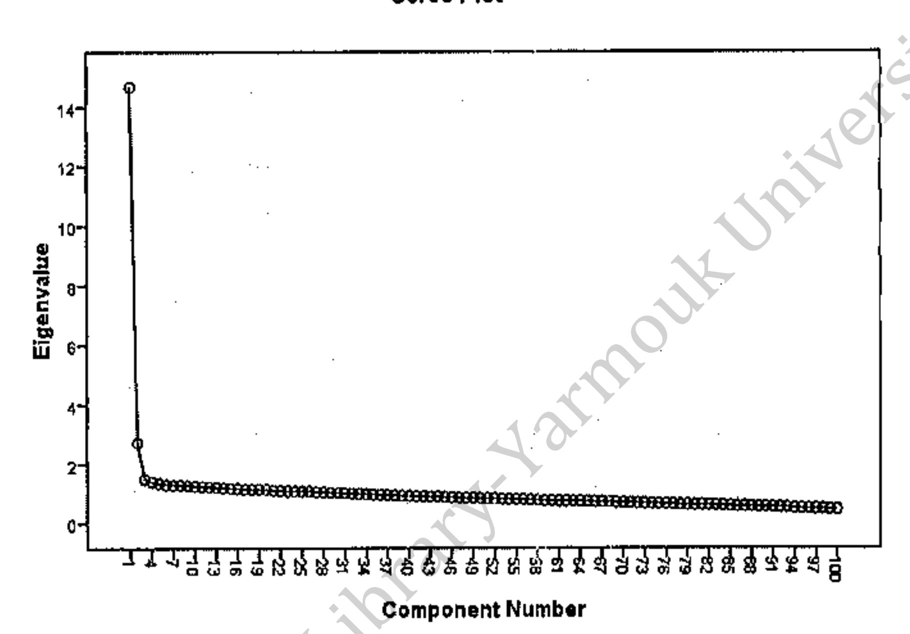


ح) نسبة الفقد 15% وطريقة التعويض (MI)

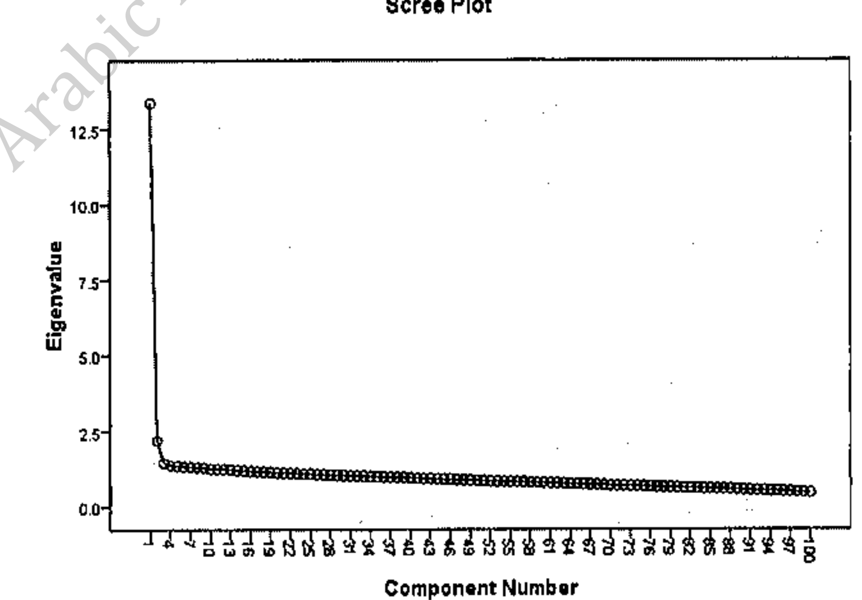


خ) نسبة الفقد 20% وطريقة التعويض (MI)





د) نسبة الفقد 30% وطريقة التعويض (MI)



الملحق (هـ)

الأفراد غير المطابقين لنموذج استجابة الفقرة احادي المَعْلَمَة وثُنائي المَعْلَمَة باختلاف نسبة الفقد وطريقة المعالجة

أ) نموذج استجابة الفقرة احادي المَعْلَمَة

اقل من 0.01								SE6=999							
EM5	MI5	EM15	MI15	EM20	MI20	EM30	MI30	EM5	MI5	EM15	MI15	EM20	MI20	EM30	MI30
66	66	441	66	1	54	1	54	595	595	480	595		595	84	
	1371	629	77	9	310	3	59							1043	
		697	900	25	349	4	66								
		844	913	48	395	9	97								
		855	934	62	418	25	237								
		876	1371	192	519	43	264								
		901		200	635	48	268								
		911		203	741	52	296								
		975		219	862	61	297								
		1133		227	888	62	299								
		1269		241	913	122	310								
		1362		289	920	162	349								
		1371		382	948	170	355								
				426	963	173	357								
				432	973	194	369								
				508	981	200	419								
				650	1004	203	427								
				736	1023	227	486								
				741		241	519								
				888		281	561								
				963		289	599								
				973		311	636								
				1004		317	657								
				1023		343	671								
				1108		382	697								
				1133		424	740								
				1183		426	741								
				1267		431	745								
				1377		432	771								
				1381		462	930								
						465	934								
						476	963								
						487	968								
						501	1017								
						508	1053								
						568	1113								
						595	1167								
						610	1211								
						621	1229								
						650	1252								

اقل من 0.01								SE6=999							
EM5	MI5	EM15	MI15	EM20	MI20	EM30	MI30	EM5	MI5	EM15	MI15	EM20	MI20	EM30	MI30
						670	1286								
						680	1326								
						782	1337								
						789	1371								
						821	1384								
						825	1390								
						838	1394								
						855									
						865									
						888									
						945									
						951									
						963									
						964									
						973									
						1004									
						1023									
						1091									
						1094									
						1117									
						1123									
						1133									
						1165									
						1166									
						1171									
						1183									
						1215									
						1247									
						1267									
						1269									
						1310									
						1359									
						1361									
						1377									
						1381									

اجمالي أرقام الأفراد غير المطابقين

1	311	670	1004
3	317	671	1017
4	343	680	1023
9	349	697	1043
25	355	736	1053
43	357	740	1091
48	369	741	1094
52	382	745	1108
54	395	771	1113
59	418	782	1117
61	419	789	1123
62	424	821	1133
66	426	825	1165
77	427	838	1166
84	431	844	1167
97	432	855	1171
122	441	862	1183
162	462	865	1211
170	465	876	1215
173	476	888	1229
192	480	900	1247
194	486	901	1252
200	487	911	1267
203	501	913	1269
219	508	920	1286
227	519	930	1310
237	561	934	1326
241	568	945	1337
254	595	948	1359
268	599	951	1361
281	610	963	1362
289	621	964	1371
296	629	968	1377
297	635	973	1381
299	636	975	1384
310	650	981	1390
	657		1394

ب) نموذج استجابة الفقرة الثُنائي المَعْلَمَة

				أقل من 0.01							SEθ=999				
EM5	MI5	EM15	MI15	EM20	MI20	EM30	MI30	EM5	MI5	EM15	MI15	EM20	MI20	EM30	MI30
1	1	1	1	1	1	1	1	346	157						
		675		33	601	33	463	443	446						
		884		270		46	647	708	995						
				485		270	1191	955							
				491		314	1386								
				596		334									
				657		410									
				675		436									
						491									
						520									
						571									
						596									
						657									
						689									
						821									
						884									
						936									
						939									
						1002									
						1257									
						1336									

مجمل أرقام الأفراد غير المطابقين

1	647
33	657
46	675
157	689
270	708
314	821
334	884
346	936
410	939
436	955
443	995
446	1002
463	1191
485	1257
491	1336
520	1386
571	
596	
601	

الملحق (و)

أرقام الفقرات غير المطابقة لنموذج استجابة الفقرة احادي المَعْلَمَة وثُنائي المَعْلَمَة باختلاف نسبة الفقد وطريقة المعالجة

أ) نموذج استجابة الفقرة أحادي المَعْلَمَة

5%		15%		20%		30%	
EM	MI	EM	MI	EM	MI	EM	MI
22	57	5	11	10	10	50	5
57		10	39	13	57	77	10
69		13	45	23		88	13
83		14	66	42		90	15
		41	69	51			17
		78		56			23
		83		58			31
				81			32
				88			52
				89			58
							70
							73
							85
							88
							89

ب) نموذج استجابة الفقرة ثُنائي المَعْلَمَة

5%		15%		20%		30%	
EM	MI	EM	MI	EM	MI	EM	MI
28	60	41	60	3	41	3	2
65	74	46	74	16	49	16	41
74		49		41	54	41	49
		54		45	60	45	52
		65		49	65	54	60
		66		54	69	65	71
		71		65	71	66	98
		74		66	72	71	
		75		71	77	74	
		93			86	92	
					93		
					98		

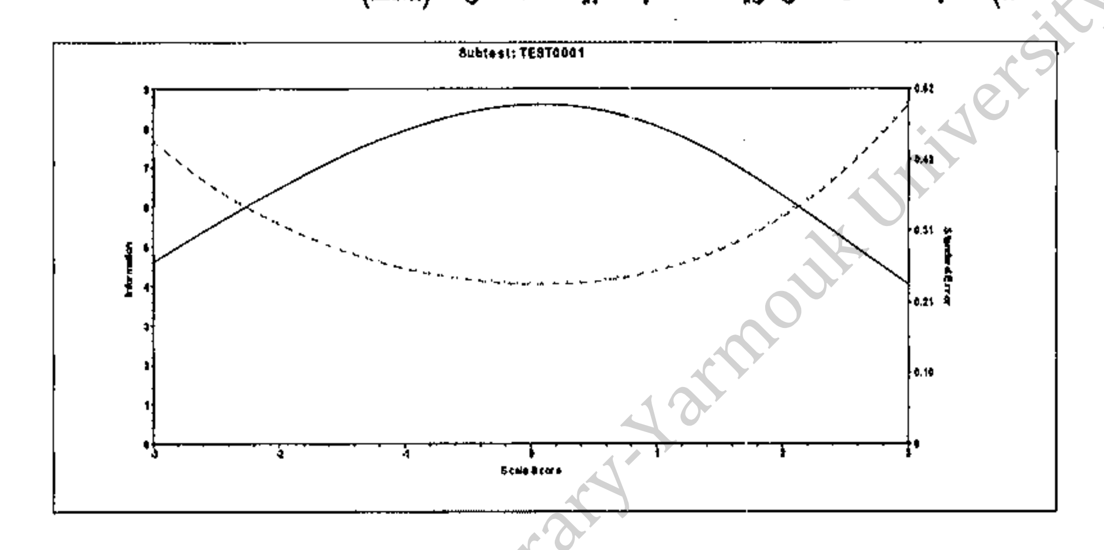
أرقام الفقرات المُشتركة في النموذجين الأُحادي المَعْلَمَة والثُنائي المَعْلَمَة

النموذج الأحادي المَعْلَمَة	النموذج الثنائي المَعْلَمَة
2	5
3	10
16	11
28	13
41	14
45	15
46	17
49	22
52	23
54	31
60	32
65	39
66	41
69	42
71	45
72	50
74	51
75	52
77	56
86	57
92	58
93	66
98	69
	70
	73
	77
	78
	81
	83
	85
	88
	89
	90

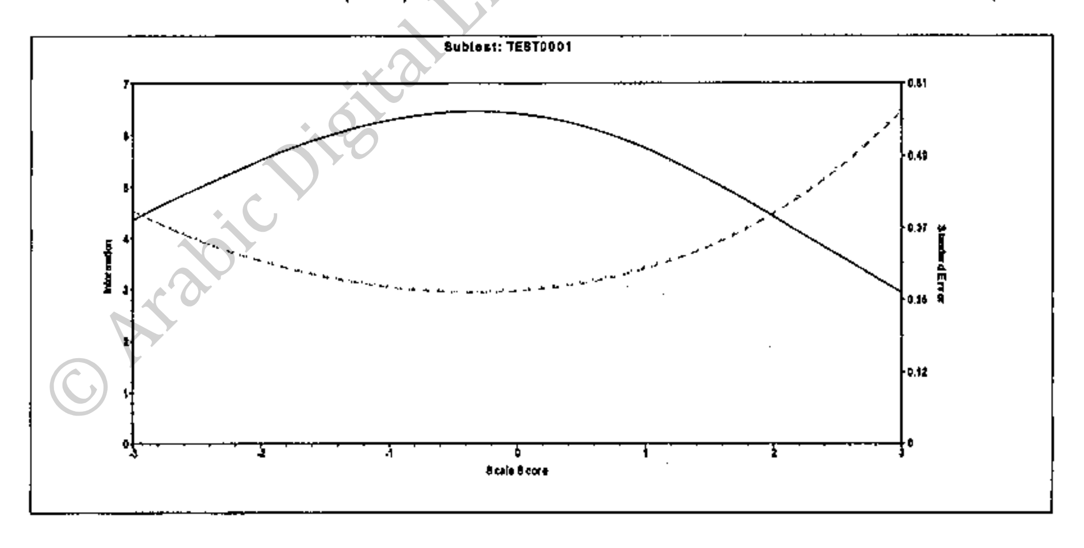
الملحق (ز)

دالة معلومات الاختبار باختلاف نسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%) وطريقة معالجتها (EM, MI) في نموذج استجابة الفقرة أحادي المَعْلَمَة

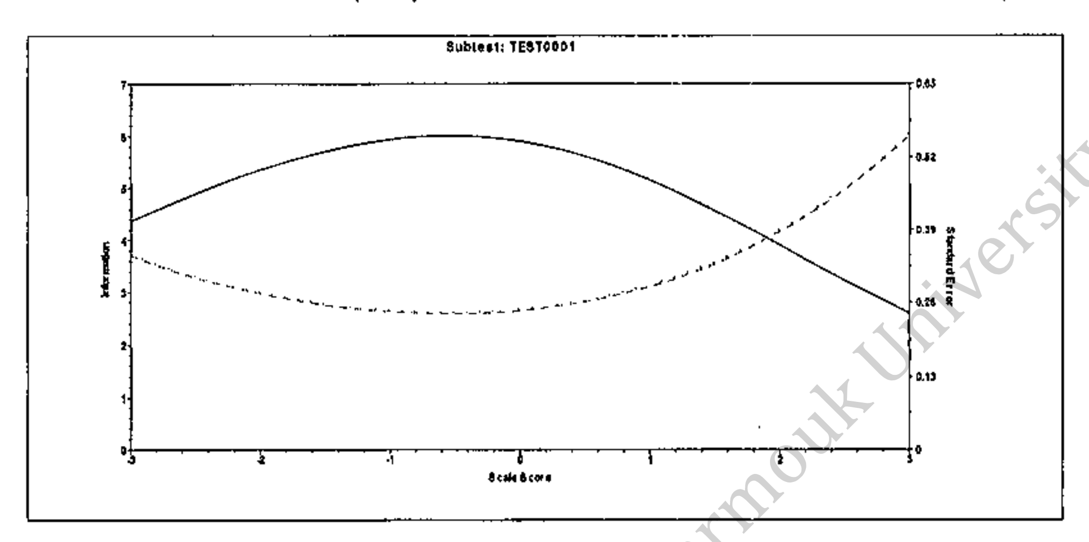
1) نسبة الفقد 5%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



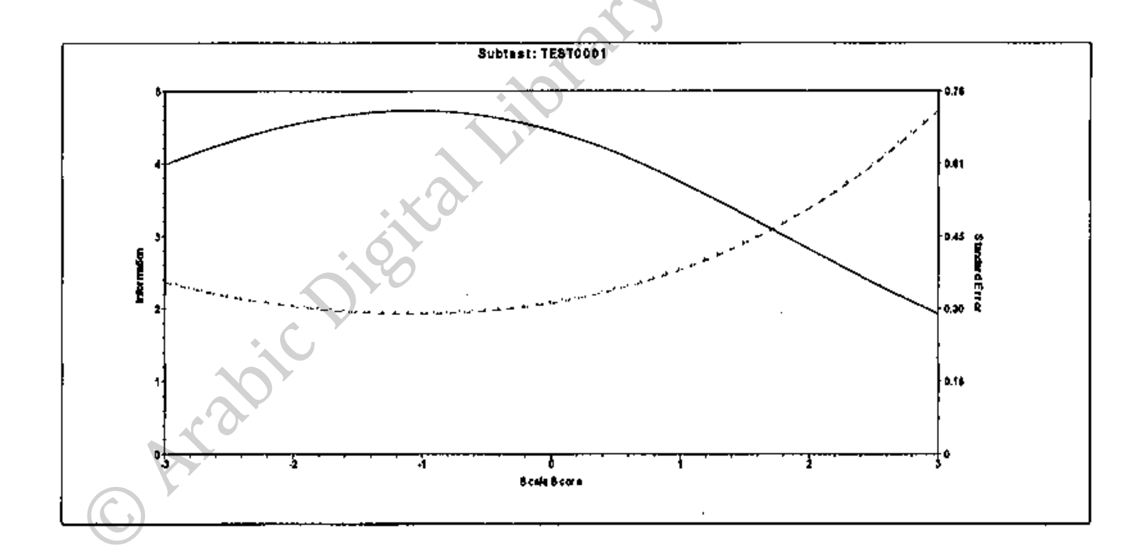
2) نسبة الفقد 15%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



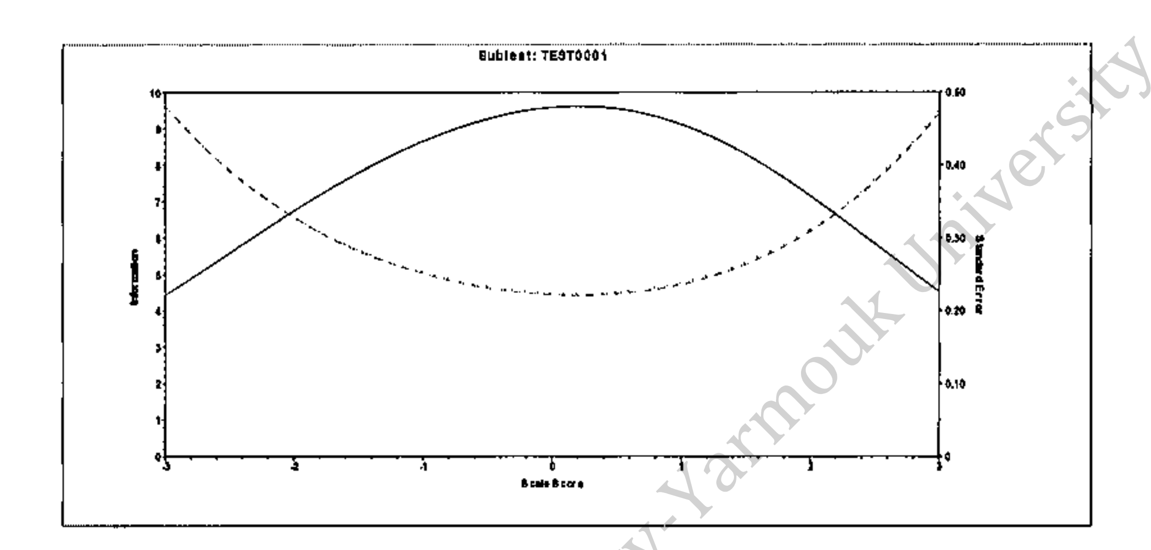
3) نسبة الفقد 20%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



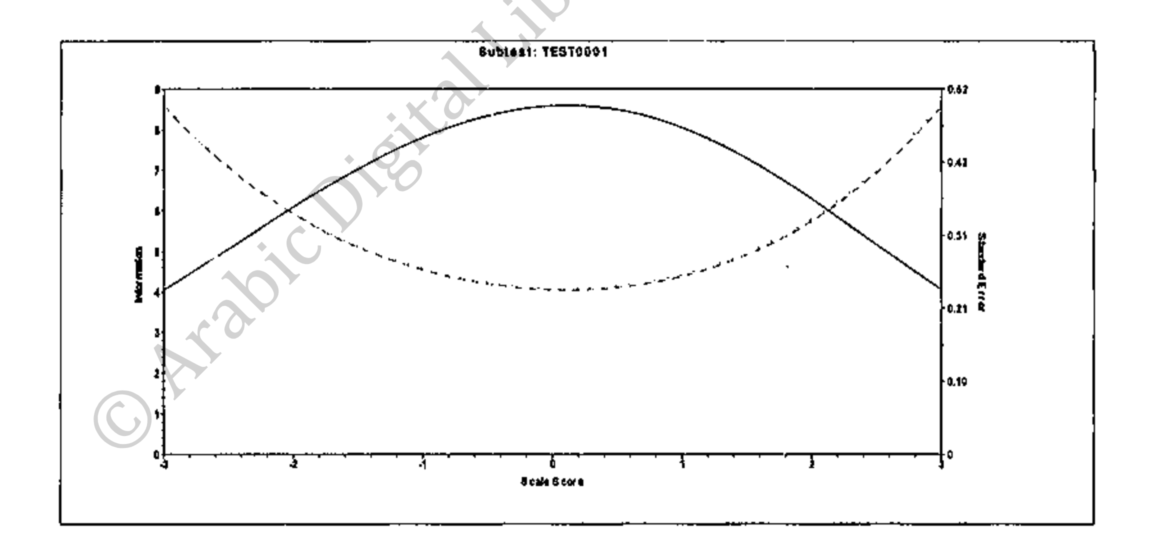
4) نسبة الفقد 30%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



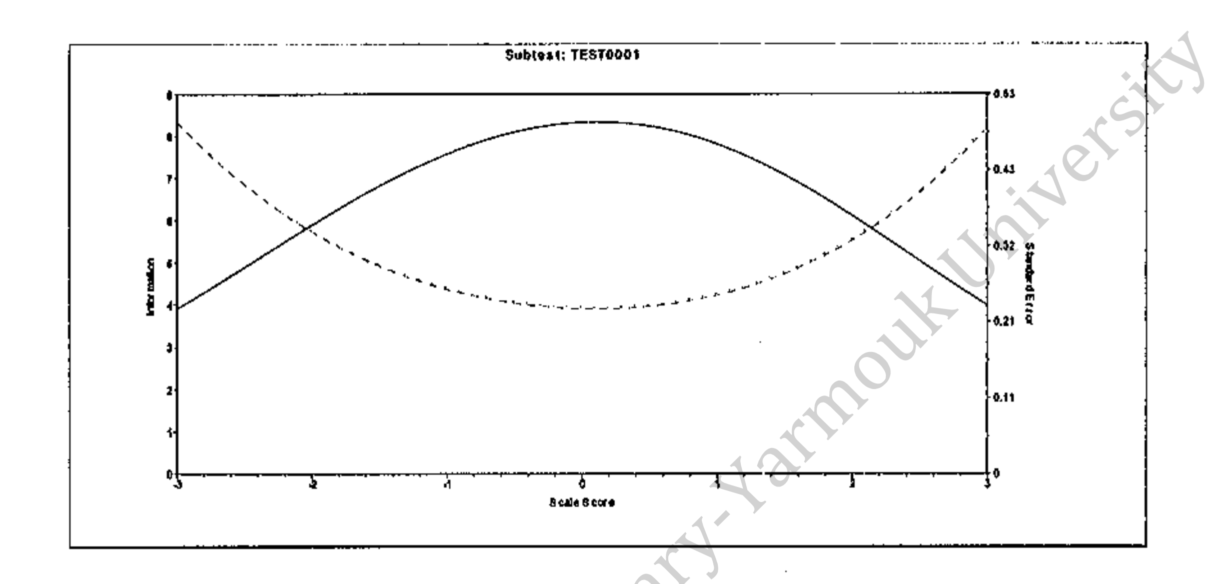
5) نسبة الفقد 5%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



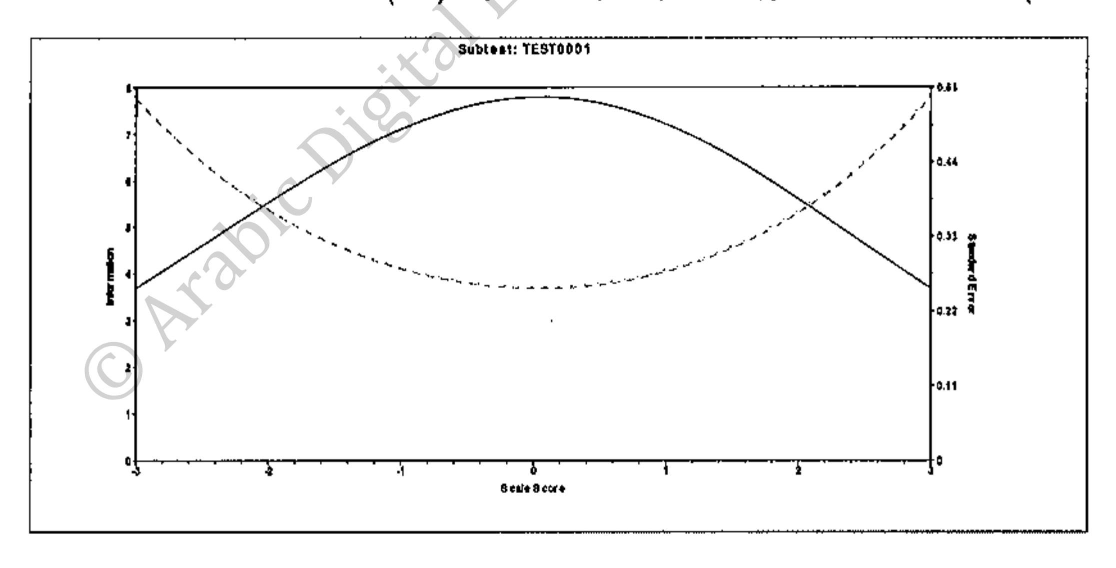
6) نسبة الفقد 15%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



7) نسبة الفقد 20%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



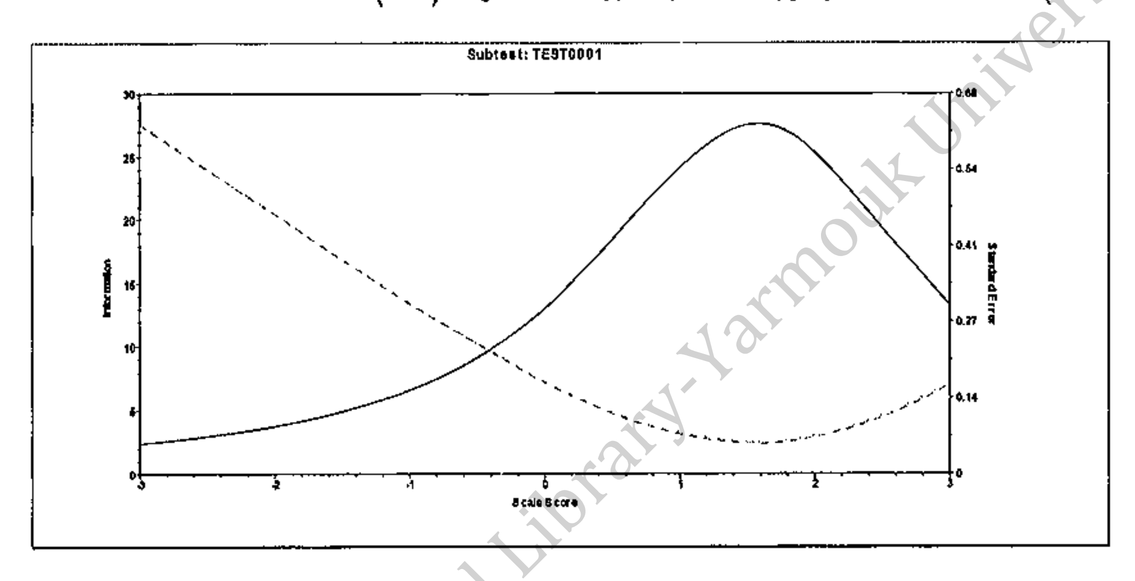
8) نسبة الفقد 30%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



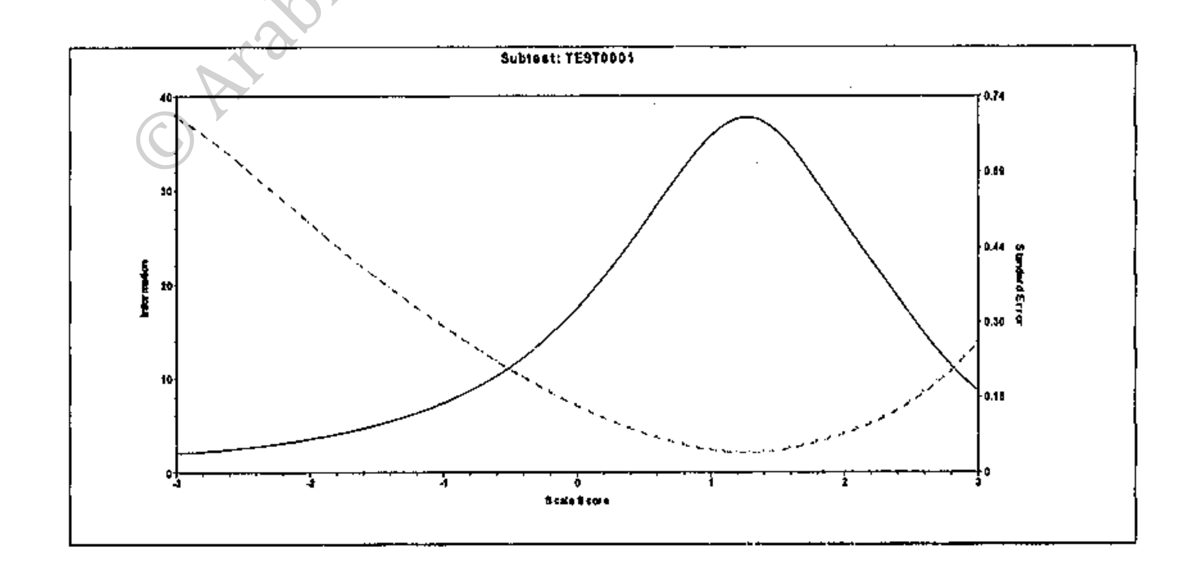
الملحق (ح)

دالة معلومات الاختبار ومنحنى خصائص الفقرة باختلاف نسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%) وطريقة معالجتها (EM, MI) في نموذج استجابة الفقرة ثُنائي المعلمة

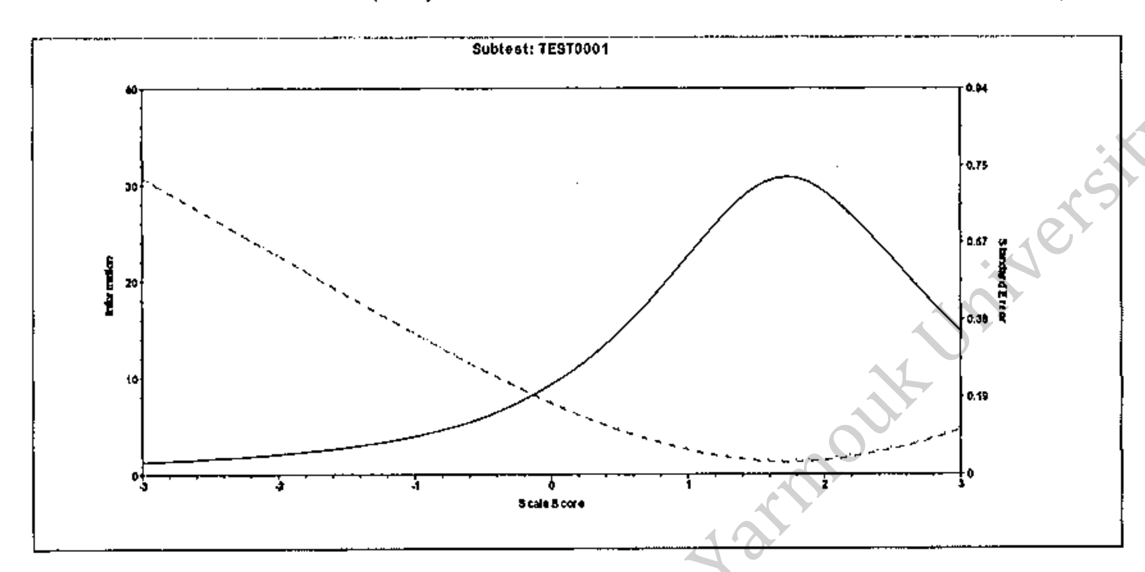
1) نسبة الفقد 5%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



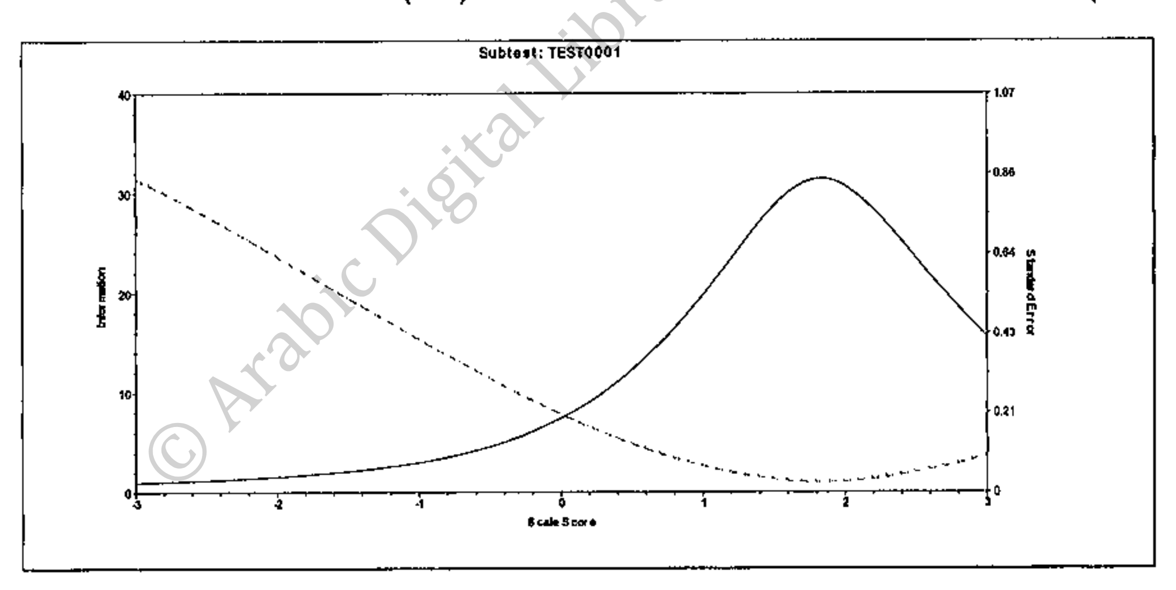
2) نسبة الفقد 15%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



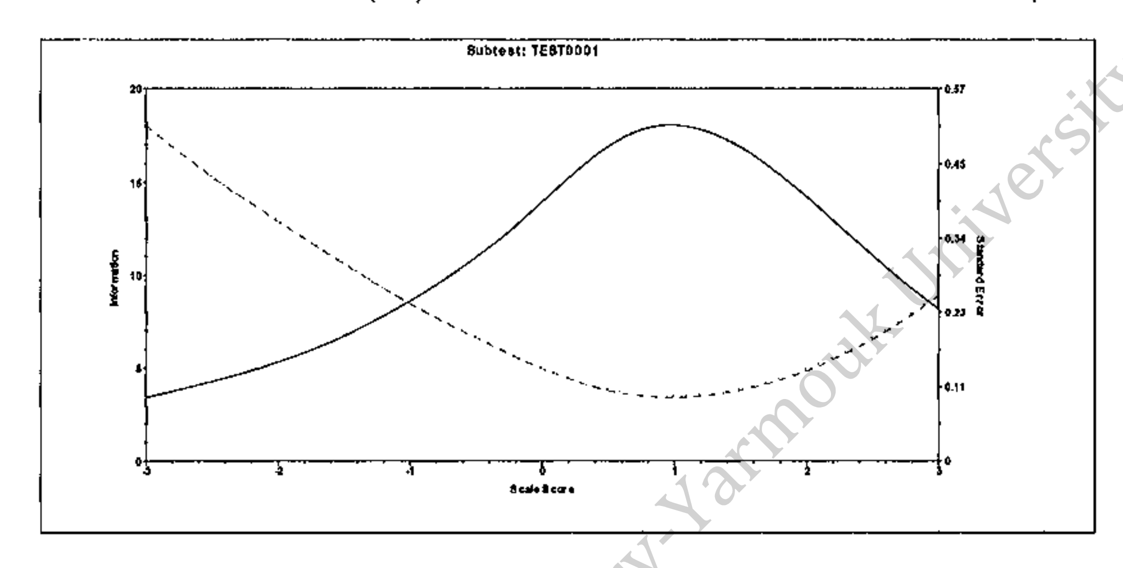
3) نسبة الفقد 20%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



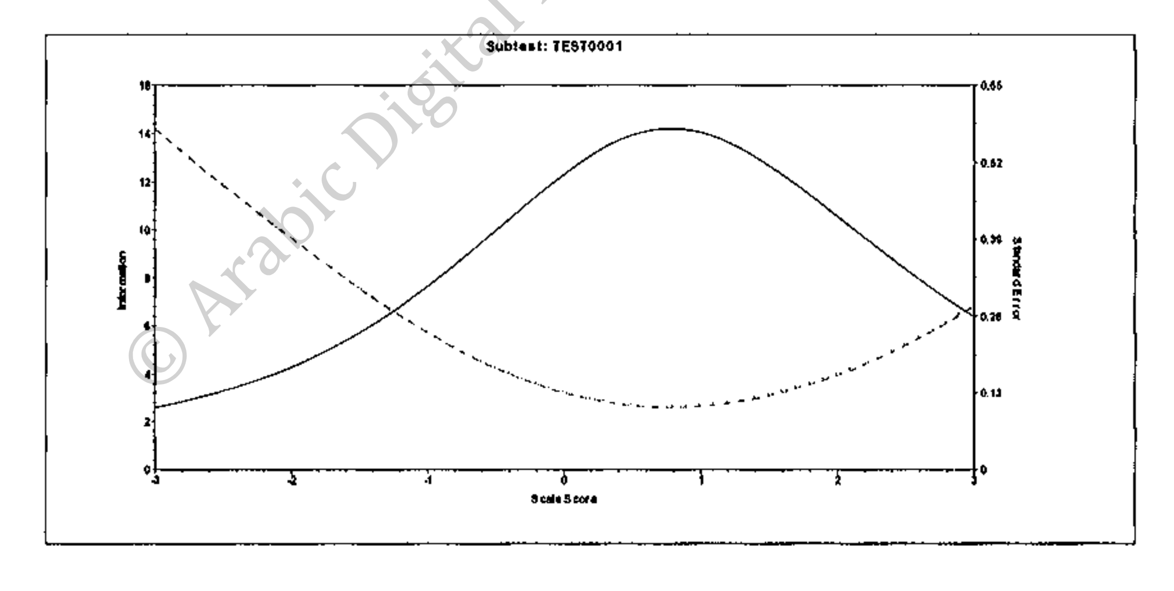
4) نسبة الفقد 30%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



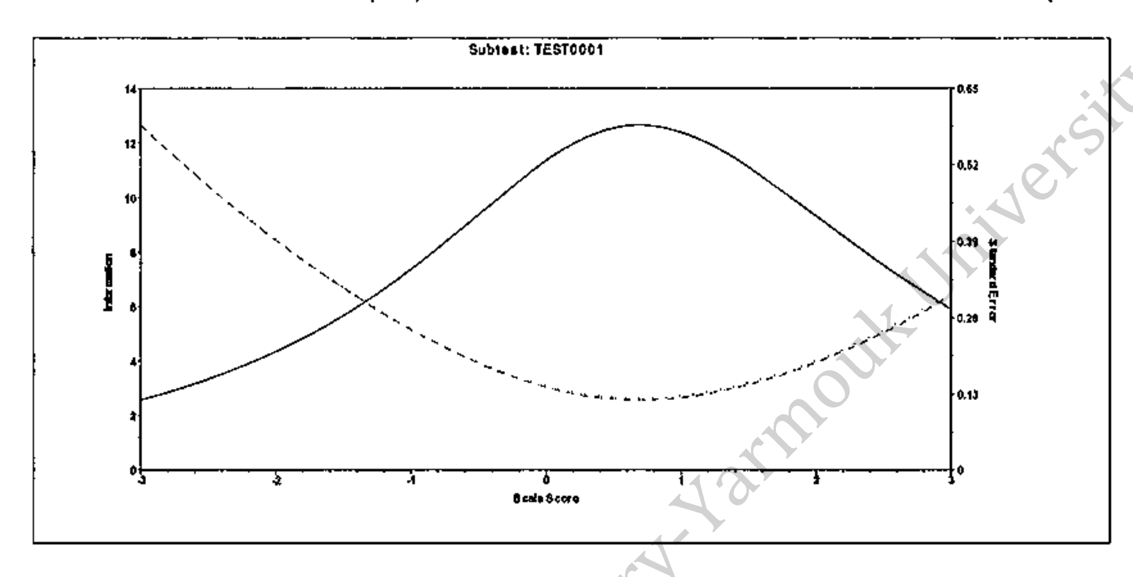
5) نسبة الفقد 5%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



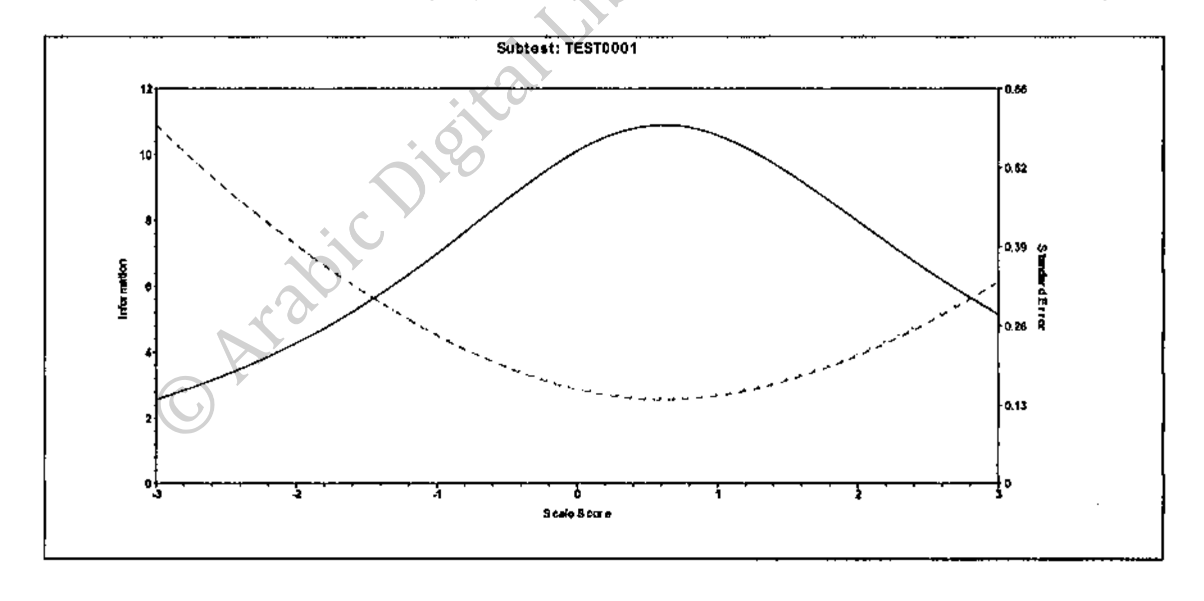
6) نسبة الفقد 15%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



7) نسبة الفقد 20%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



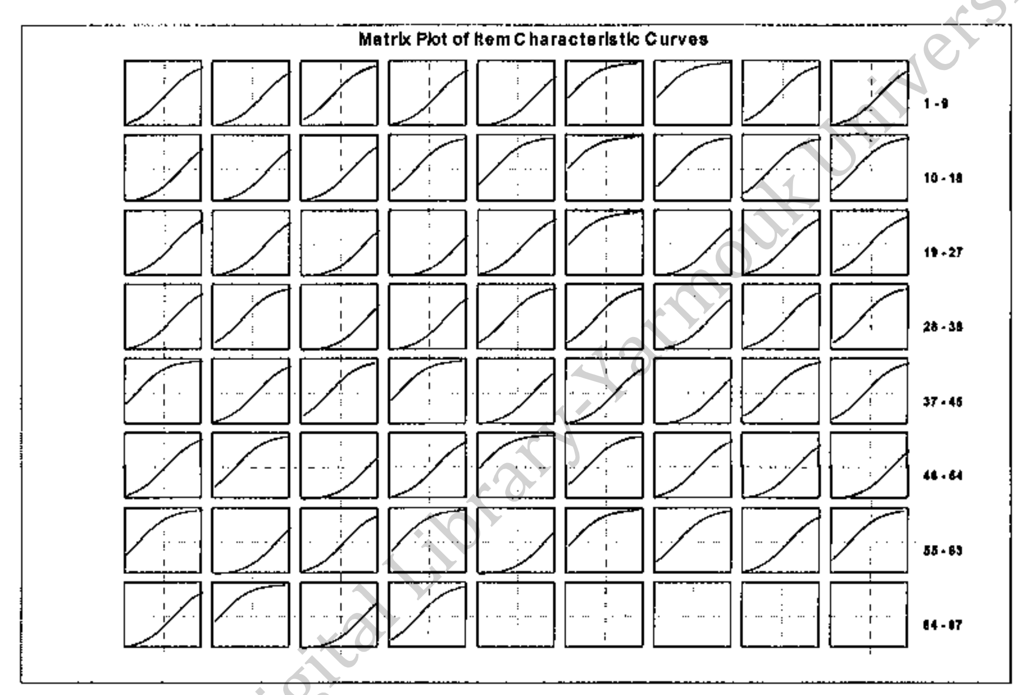
8) نسبة الفقد 30%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



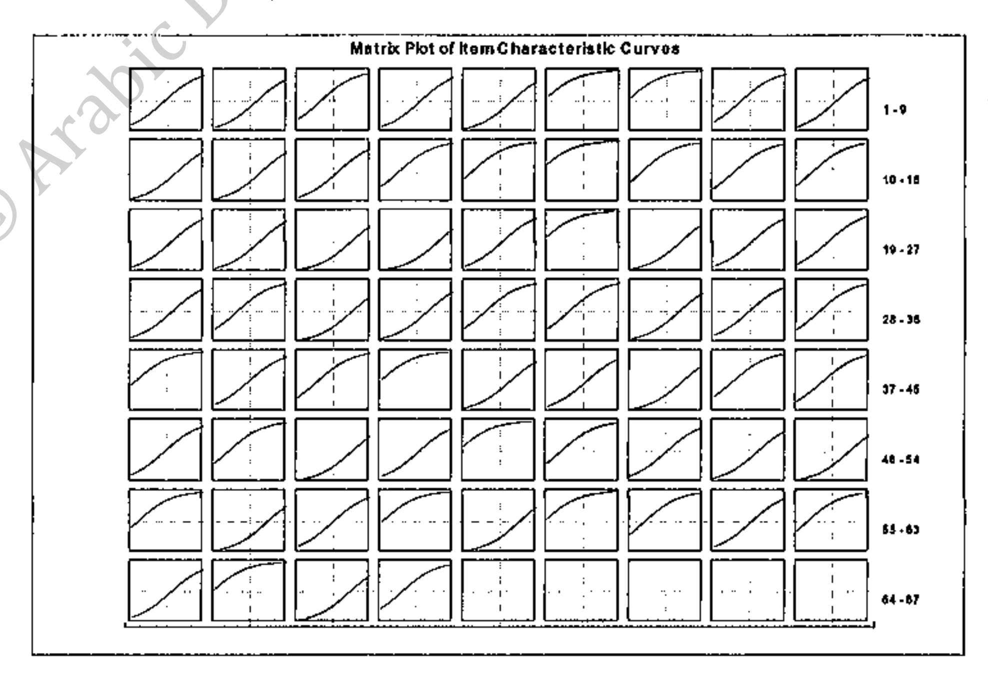
الملحق (ط)

(Matrix Plot) لمنحنى خصائص الفقرة باختلاف نسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%) وطريقة معالجتها (EM, MI) في نموذج استجابة الفقرة أحادي المَعْلَمَة

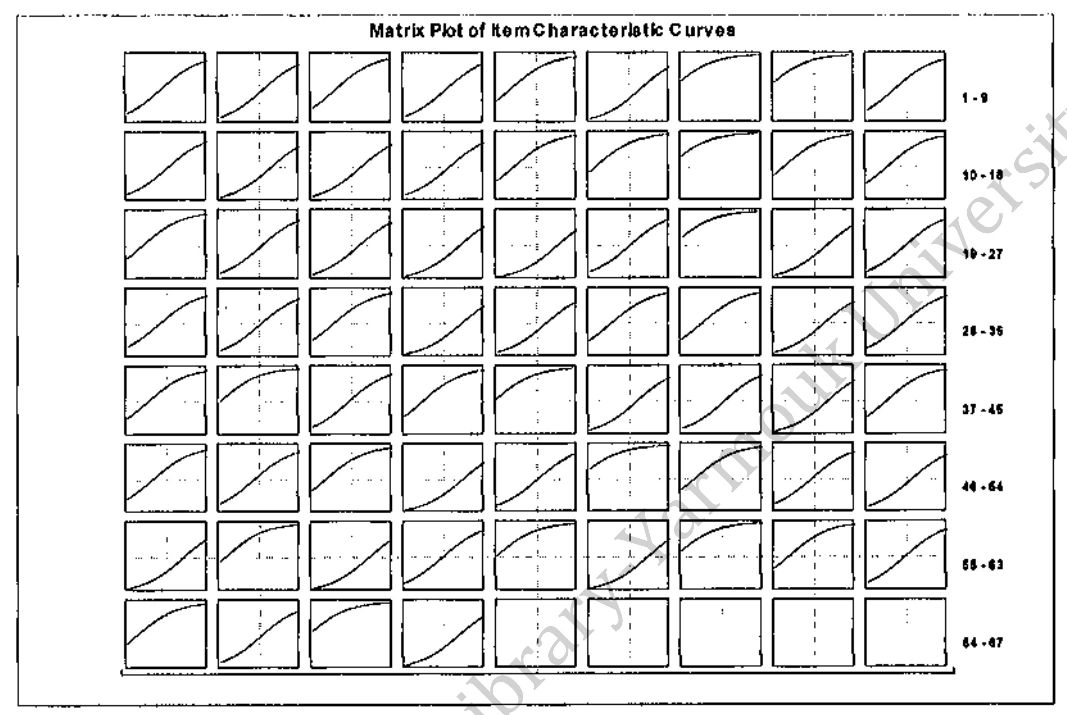
1) نسبة الفقد 5%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



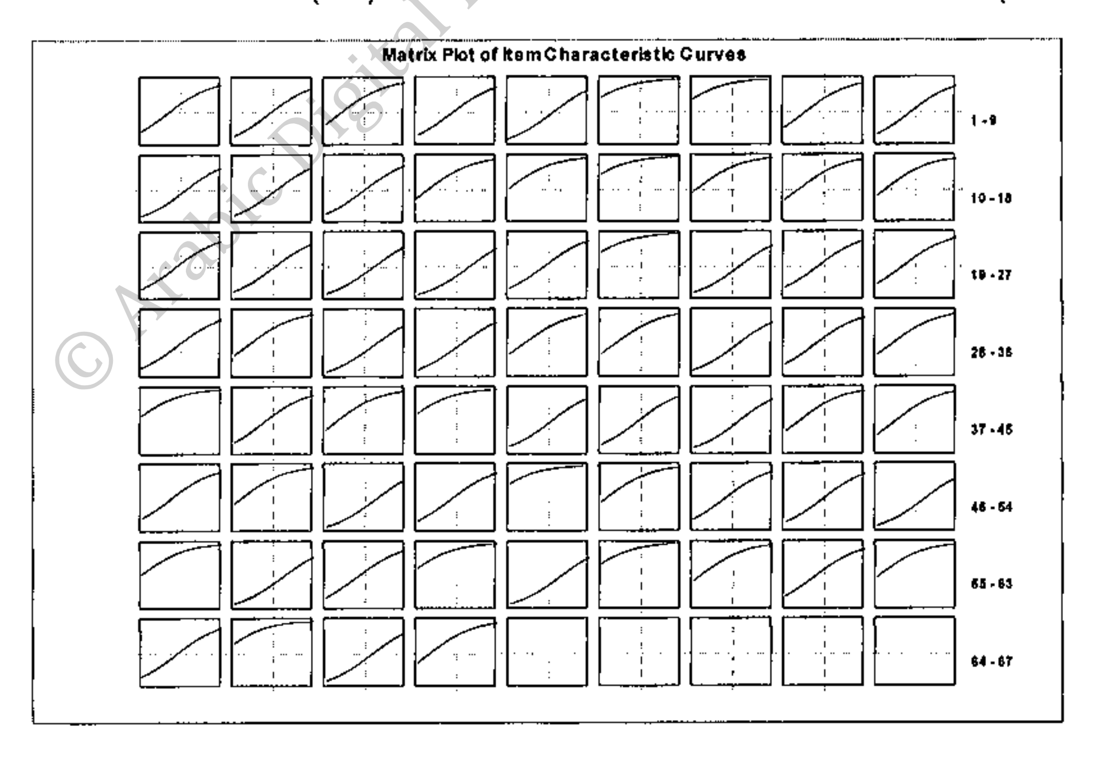
2) نسبة الفقد 15%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



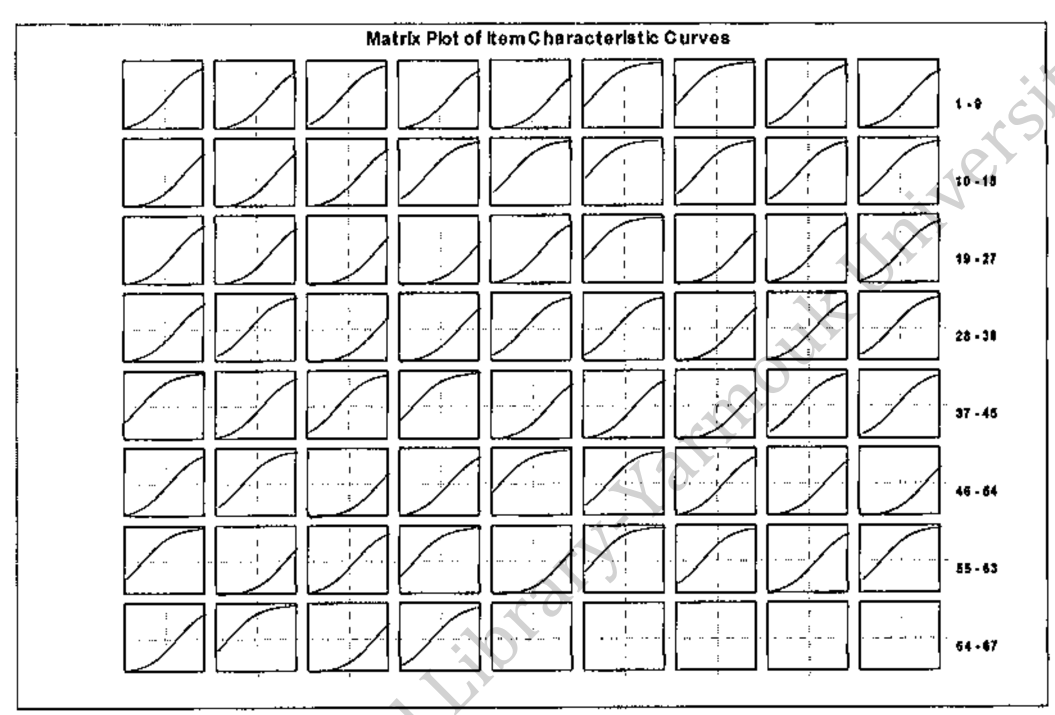
3) نسبة الفقد 20%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



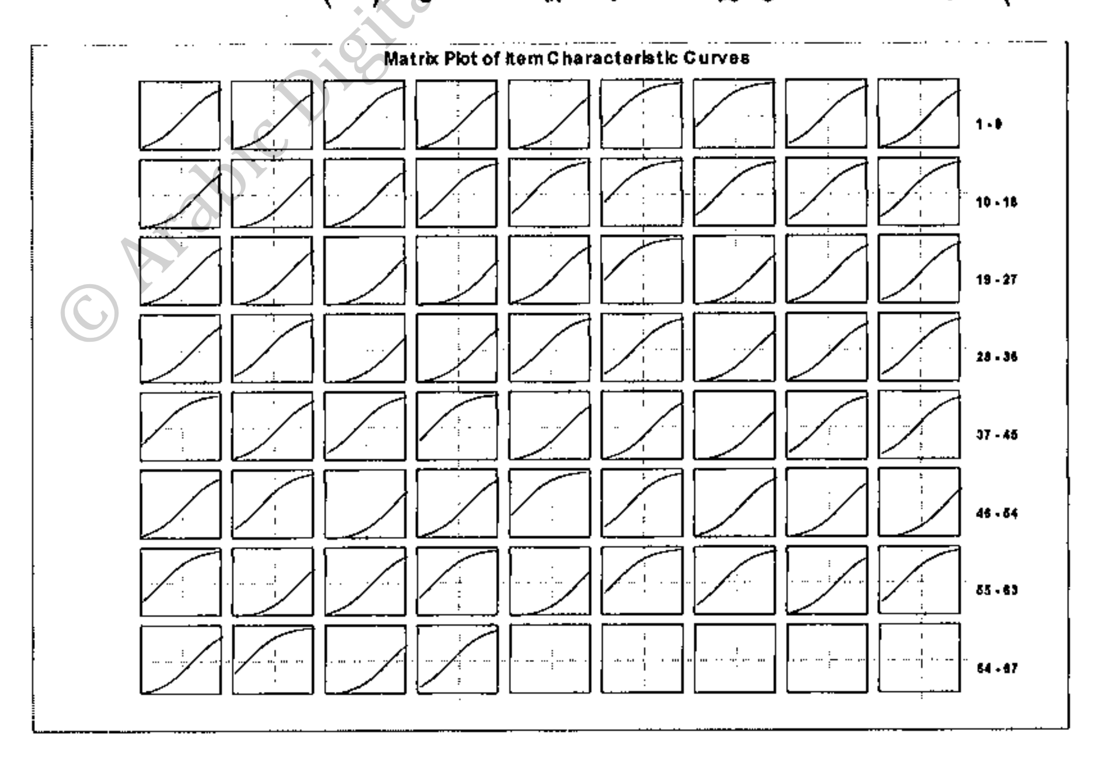
4) نسبة الفقد 30%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



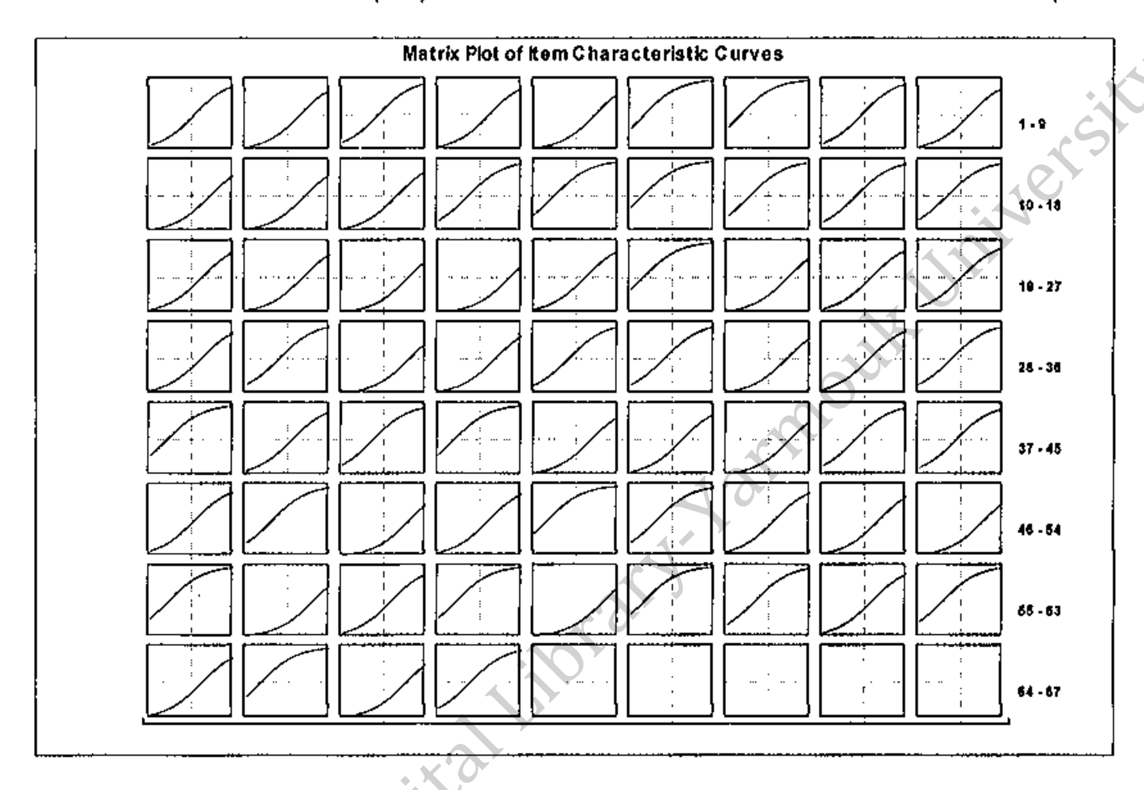
5) نسبة الفقد 5%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



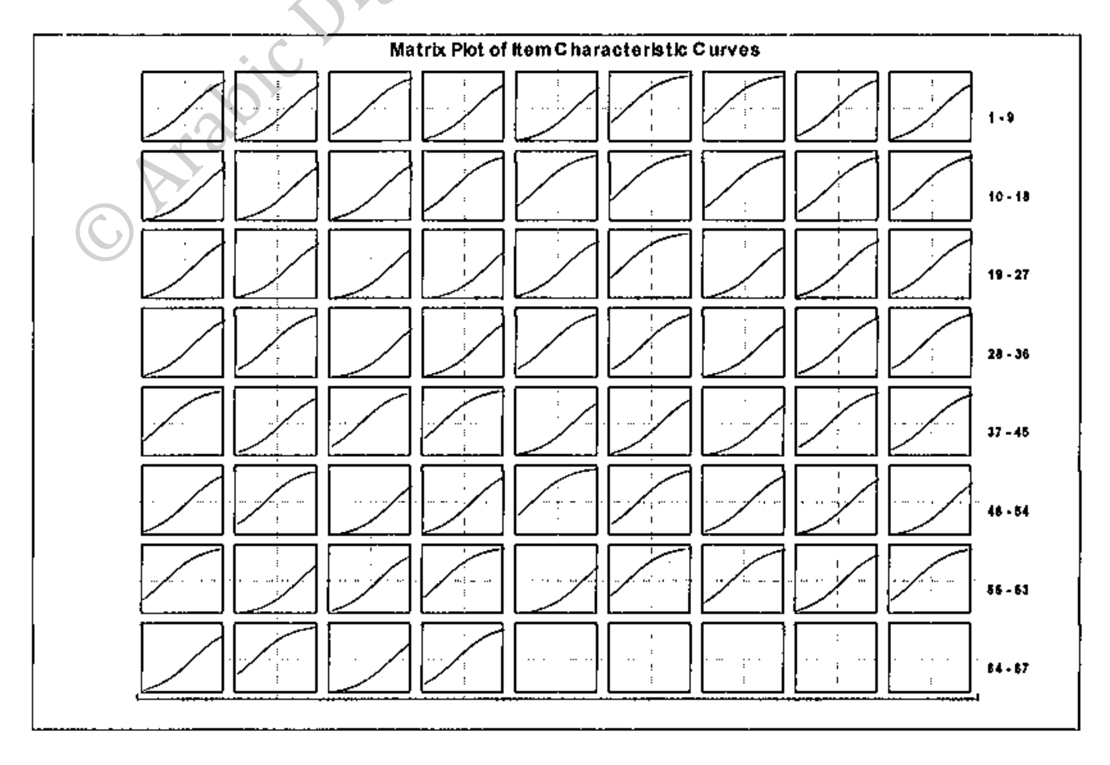
6) نسبة الفقد 15%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



7) نسبة الفقد 20%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



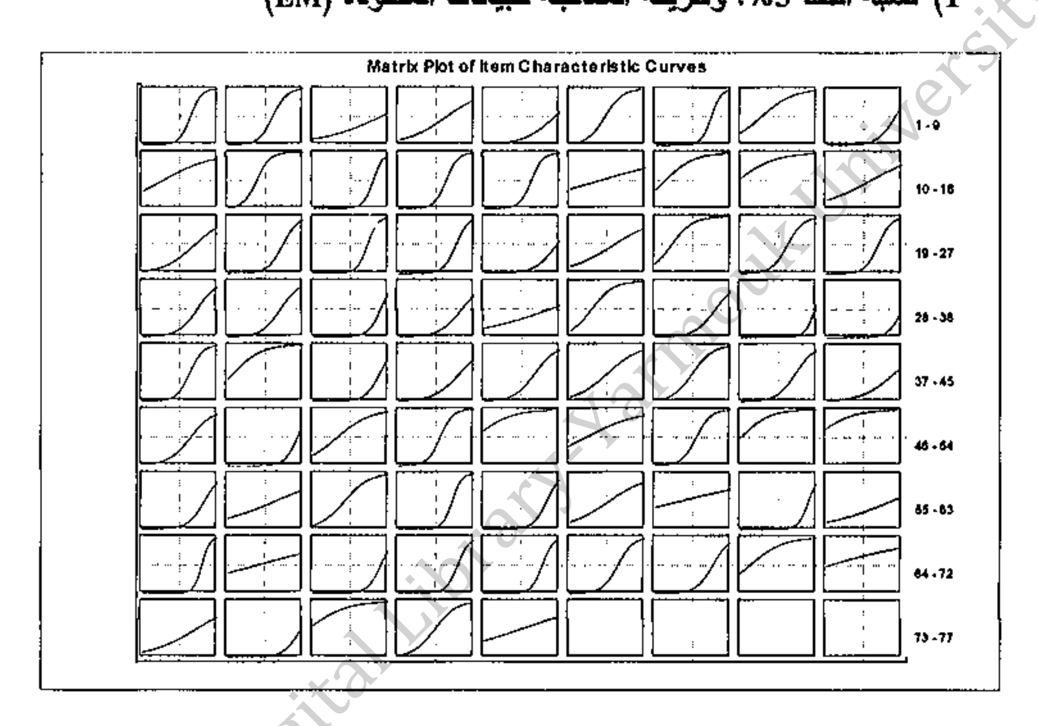
8) نسبة الفقد 30%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



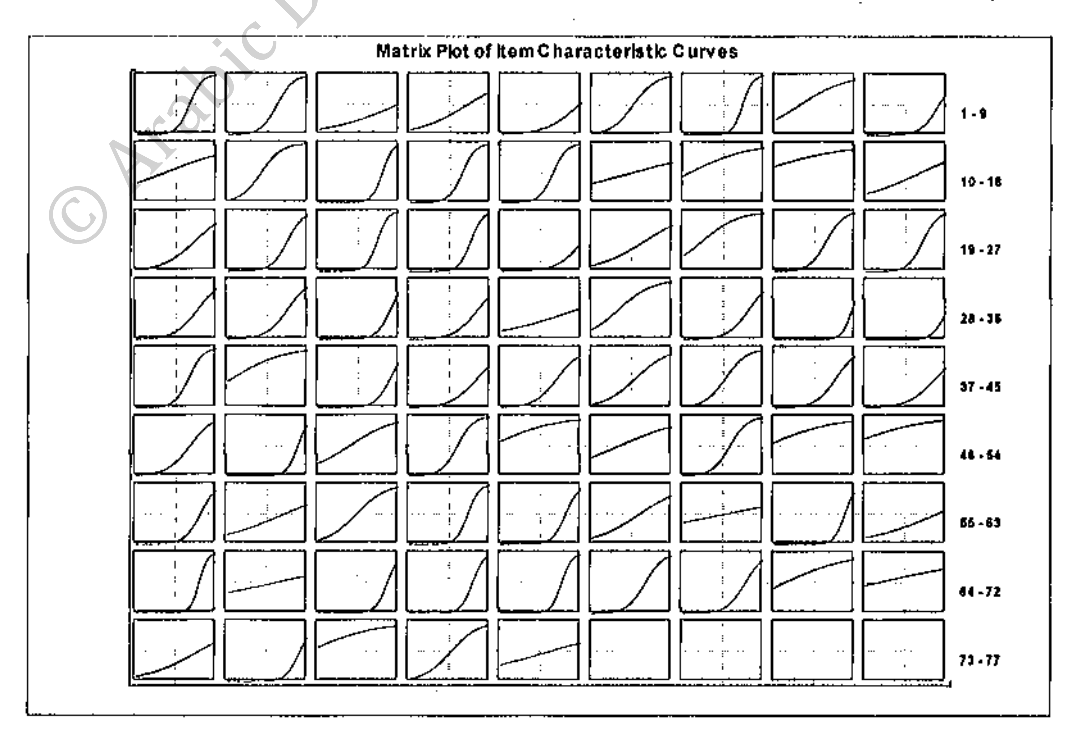
الملحق (ي)

(Matrix Plot) لمنحنى خصائص الفقرة باختلاف نسبة الفقد (5%، 15%، 20%، 30%) وطريقة معالجتها (*EM, MI*) في نموذج استجابة الفقرة ثُنائي المَعْلَمَة

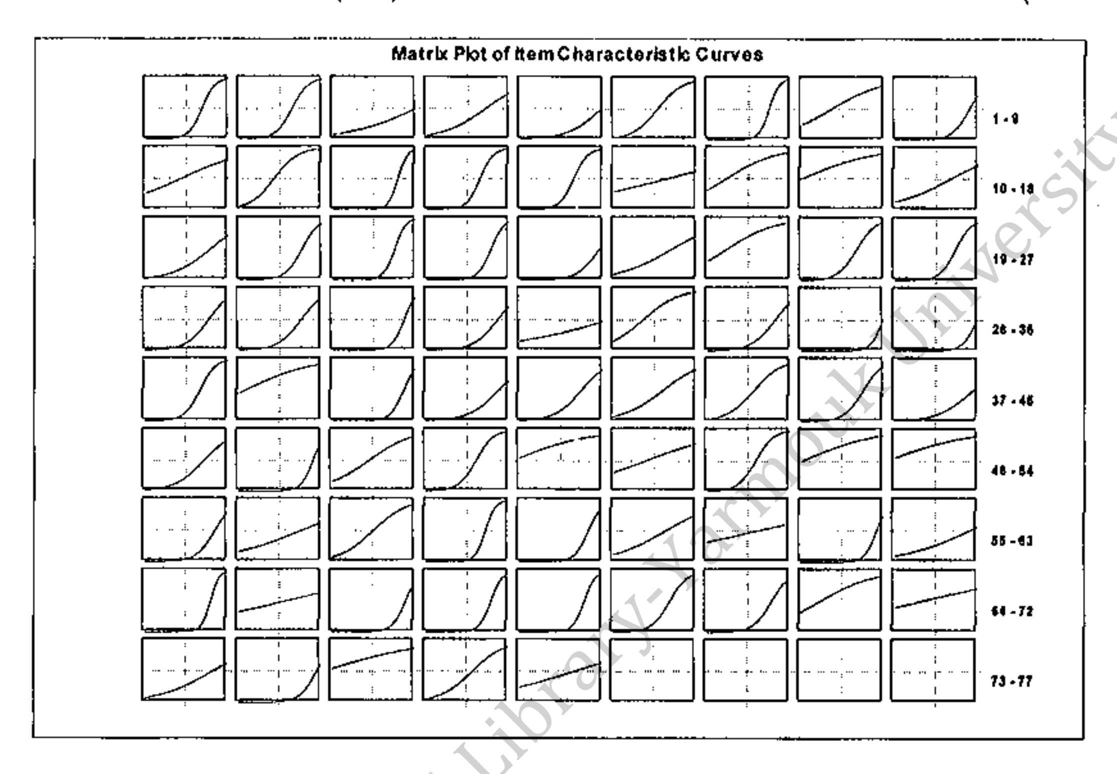
1) نسبة الفقد 5%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



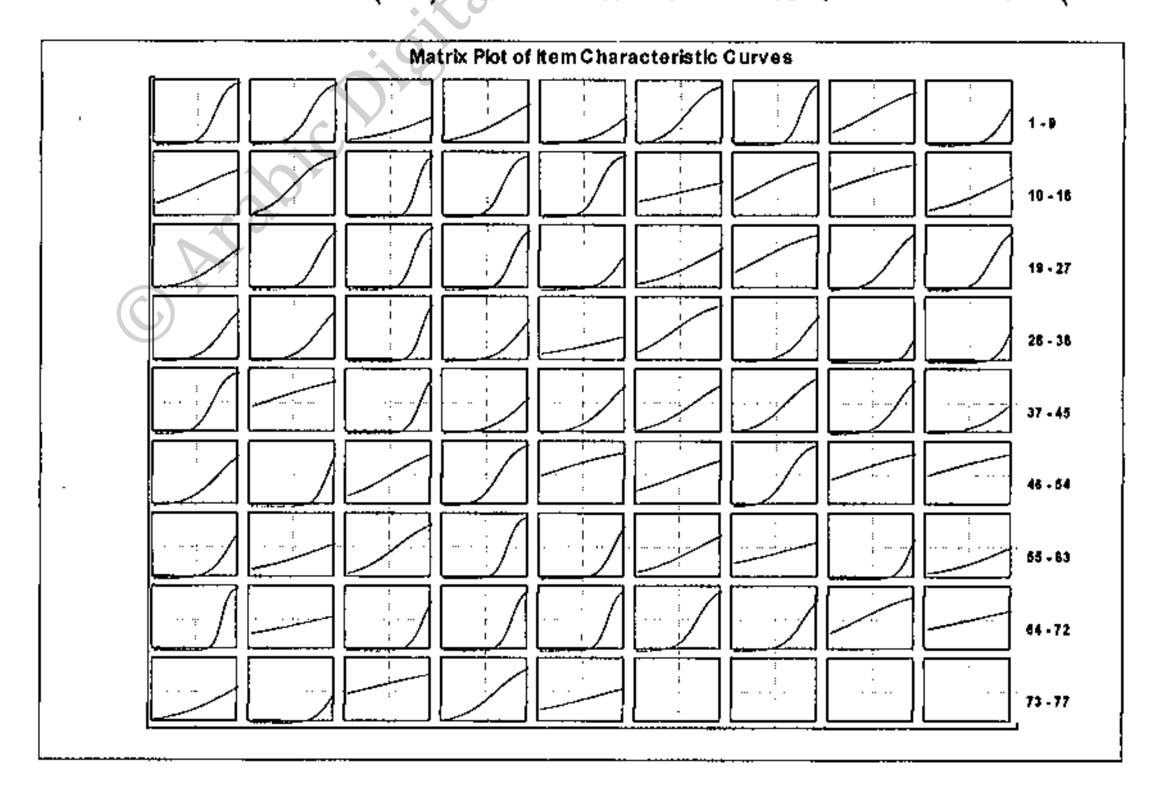
2) نسبة الفقد 15%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



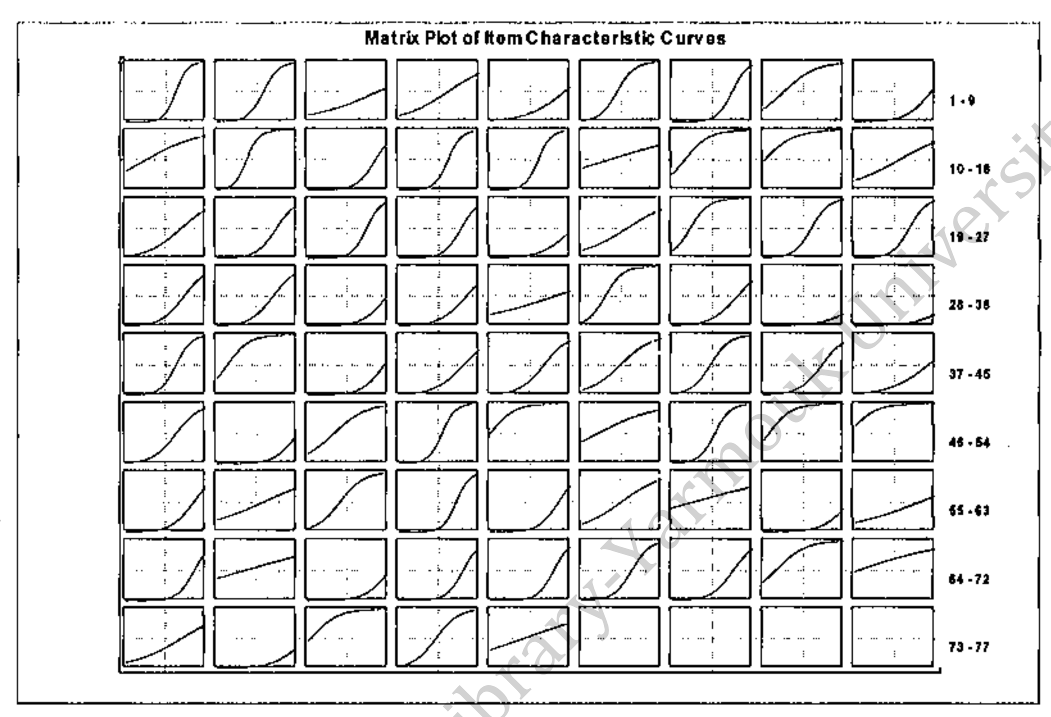
3) نسبة الفقد 20%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



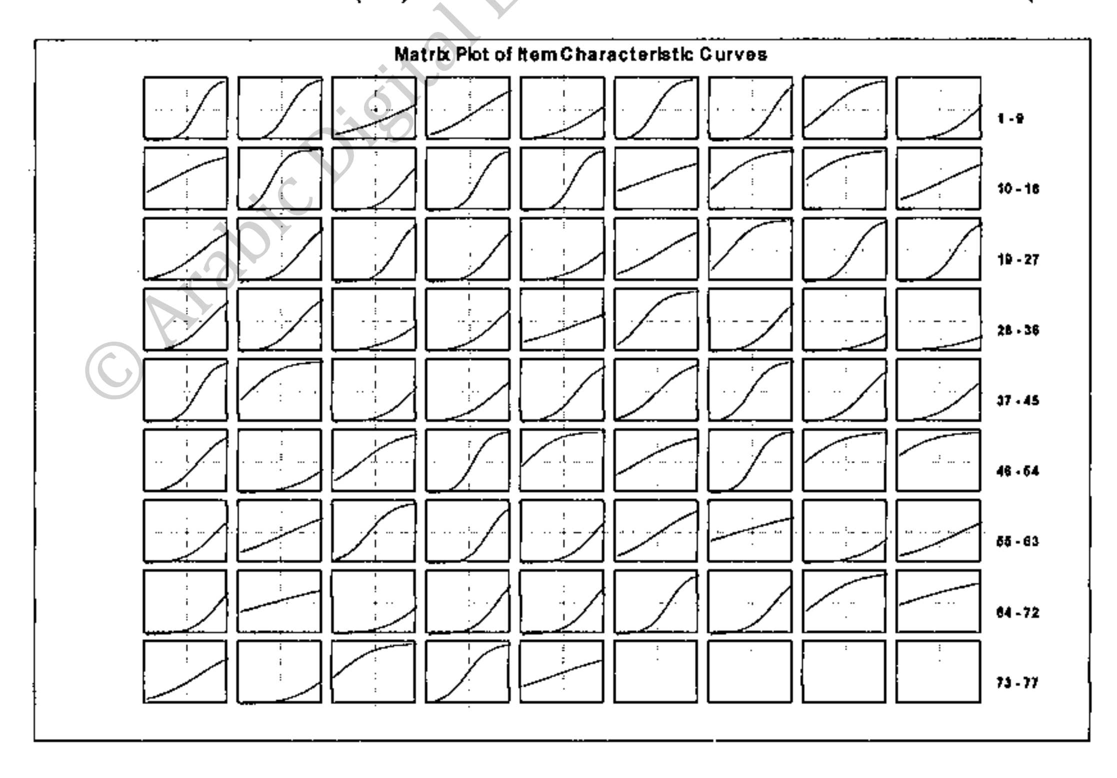
4) نسبة الفقد 30%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (EM)



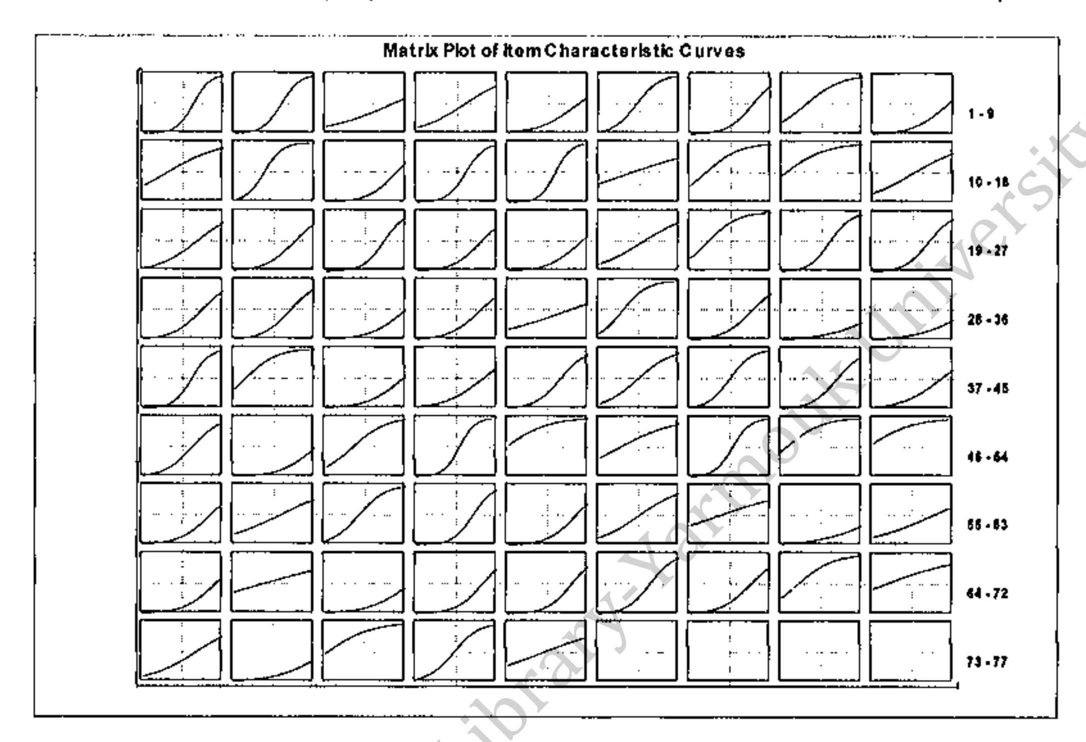
5) نسبة الفقد 5%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



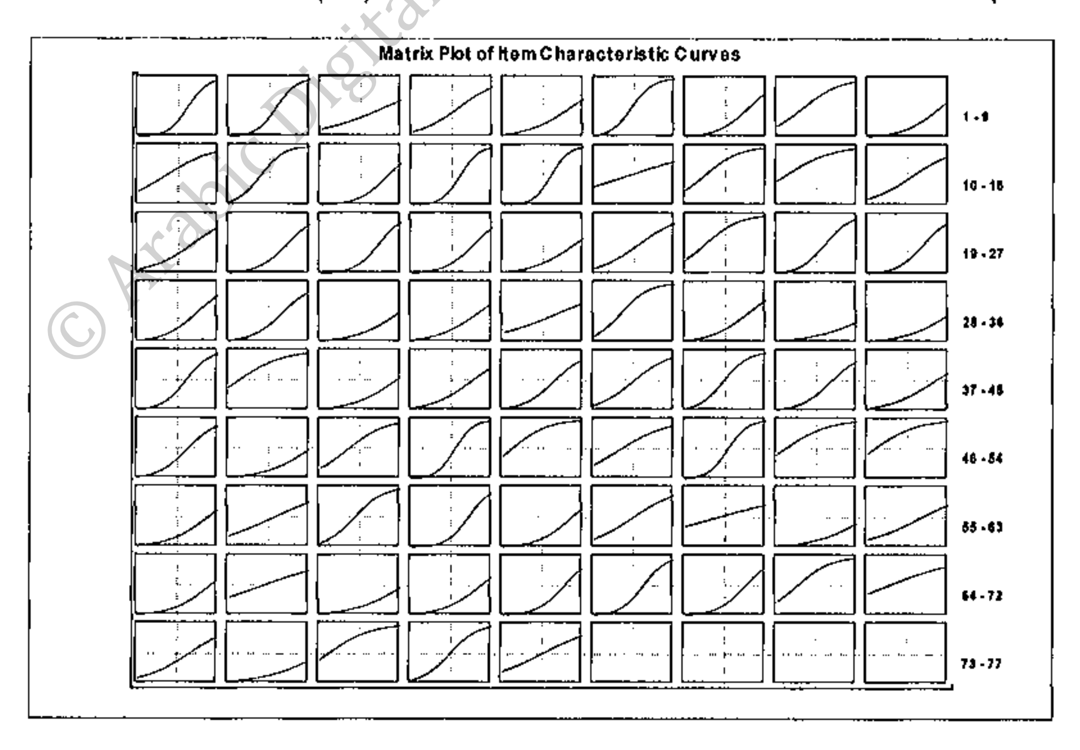
6) نسبة الفقد 15%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



7) نسبة الفقد 20%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



8) نسبة الفقد 30%، وطريقة المعالجة للبيانات المفقودة (MI)



Al-Zubi, Omer Saleh. The Effect of the Percentage of Missing Data and Imputation Method in the Accuracy of Estimating Parameters of Items and Persons,Yarmouk University, 2013.
(Supervisor: Profesor Ahmad Suleiman Audeh).

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effect of the percentage of missing data and imputation method in the accuracy of estimating parameters of items and persons. To achieve this aim data were generated using (*WINGEN3*) software, (1400) respondent on a test consisted of (100) dichotomous items fitting the One, and Two parameters logistic model were generated with the following ranges of discrimination (0.10 - 2.0), difficulty (-2.5 - 2.50), assuming that abilities are distributed normally.

Using (*SPSS*) and (*EXCL*) data with (5%, 15%, 20%, 30%) missing responses were generated. The data was processed through the two handling imputation methods of missing values; Expectation Maximization (*EM*), and Multiple Imputation (*MI*). The data was tested for Unidimensionality using factor analysis, the items and individuals were fitted to the used model, number of items and persons were removed, were we get responses of 1254 persons at 67 items fitted for (*1PL-IRT*), and responses of 1365 persons at 77 items fitted for (*2PL-IRT*). Standard errors were estimated through Maximum Likelihood (*ML*).

To explore the accuracy of items and individuals according to different methods of estimation and imputation, *(ANOVA)* for the repeated measures on two factors were used. The findings showed that there is significant

difference in the accuracy of estimating of difficulty parameters attributed to the: imputation method for (*1PL-IRT*) only in favor of (*MI*). Missing percentage for (*1PL-IRT*) and (*2PL-IRT*) in favor of (5%). Interaction between imputation method and missing percentage for (*1PL-IRT*) and (*2PL-IRT*) in favor of (*MI*) with missing percentage (5%) in data.

Moreover, findings showed that there is statistically significant difference in the accuracy of estimating of discriminant parameters for (*2PL-IRT*) attributed to the: imputation method in favor of (*MI*). and Missing percentage in favor of (5%). And moreover, findings showed that there is statistically significant difference in the accuracy of estimating of Ability Persons' parameters for (*1PL-IRT*) and for (*2PL-IRT*) attributed to the: imputation method in favor of (*MI*). Missing percentage in favor of (5%). Interaction between imputation method and missing percentage in favor of (*MI*) with missing percentage (5%) in data.

Key Words: Missing Values, Expectation Maximization (*EM*), Multiple Imputations (*MI*), Estimation Accuracy.